

Die Optimierung der Walderschließung und Holzernte in den Teakplantagen in Java-Indonesien

**Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
München**

**vorgelegt von
Elias**

**Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und
Verfahrenstechnik der Universität München**

Mai, 1989



DIE OPTIMIERUNG DER WALDERSCHLIEßUNG UND HOLZERNTE IN DEN
TEAKPLANTAGEN IN JAVA-INDONESIEN

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von

ELIAS

Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und
Verfahrenstechnik der Universität München

Mai, 1989

1. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Löffler
2. Berichterstatter: Prof. Dr. W. Kroth

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Juli 1989

Gedruckt mit Unterstützung des Deutschen Akademischen Austauschdienstes.

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand in den Jahren 1985-1989 am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München.

Für die wohlwollende Förderung, die intensive fachliche Beratung und konstruktive Kritik meiner Untersuchungen danke ich an erster Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Löffler, Vorstand des Lehrstuhls für Forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik, und Herrn Professor Dr. W. Kroth, Vorstand des Lehrstuhls für Forstpolitik und Forstbetriebswirtschaftslehre der Universität München.

Besonders danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Rahardjo S. Suparto, Prof. Dr. Sadan Widarmana und Dr. C.G. Christ Sarayar von der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Landwirtschaftlichen Universität Bogor, Indonesien, für Ihre wertvolle Hilfe, die mir eine wesentliche Stütze bei der Durchführung der Untersuchungen in den Teakplantagen auf Java, Indonesien war.

Die Untersuchungen hätten nicht durchgeführt werden können ohne die Mitwirkung und finanzielle Unterstützung des staatlichen Forstbetriebs Perum Perhutani. Hierfür sei herzlich gedankt.

Danken möchte ich allen Institutskolleginnen und -kollegen, die große Hilfsbereitschaft zeigten, ebenso Herrn Dipl.-Forstwirt U. Schäpers und Herrn Dipl.-Forstwirt H. Droste, die mir bei Fragen zur deutschen Grammatik behilflich waren.

Schließlich gebührt mein Dank dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) in Bad Godesberg für das mir zugeteilte Stipendium.

München, im März 1989

E l i a s .



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554827_0019

INHALTSÜBERSICHT

Seite

1 Problemstellung und Ziele der Untersuchung	1
2 Wald und Forstwirtschaft in Indonesien	3
2.1 Rahmenbedingungen	3
2.1.1 Geographie und Klima	3
2.1.2 Bevölkerung	4
2.1.3 Sozialökonomische Situation	6
2.2 Waldverhältnisse	15
2.3 Forstorganisation	19
2.4 Holzeinschlag und Holzverbrauch	21
3 Die Teakplantagen auf Java	29
3.1 Entwicklung der Teak-Wirtschaft	29
3.2 Behandlung der Teakplantagen	35
3.3 Aufwand und Ertrag in Teakplantagen	40
4 Erschließung, Holzernte und Holztransport in den Teakplantagen - Gegenwärtiger Stand	51
4.1 Erschließung	51
4.1.1 Wegeklassifizierung	51
4.1.2 Waldeisenbahn	54
4.1.3 Wegedichte und Transportentfernungen	58
4.1.4 Kosten der Erschließung	65
4.2 Holzernte und Holztransport	71
4.2.1 Ablauf und Organisation	71
4.2.2 Ringelung	74
4.2.3 Fällern und Aufarbeiten	75
4.2.4 Rücken	84
4.2.5 Ferntransport	90
4.2.6 Die gesamte Arbeits- und Transportkette	93
4.3 Beurteilung der Situation	98
5 Das optimale Konzept für die sekundäre forstliche Produktion	101
5.1 Methodik, Lösungsweg	101
5.2 Ziele und Bewertungskriterien	105
5.3 Alternativen für Holzernte und Holztransport	107
5.4 Das optimale Erschließungskonzept	117
5.4.1 Ausbaustandard der Fahrwege	117
5.4.2 Die optimale Erschließungsdichte	119
5.5 Der optimale Mechanisierungsgrad	124
5.6 Variantenvergleich mit Hilfe der Nutzen-Kosten-Analyse	132
5.7 Sensitivitätsanalyse	143
5.8 Gutachtliche Berücksichtigung nicht monetär quantifizierbarer Kriterien	154
6 Diskussion	160
6.1 Entscheidungsempfehlungen	160
6.2 Würdigung des optimalen Konzepts für die sekundäre forstliche Produktion	166

7 Zusammenfassung	168
8 Literaturverzeichnis	170
9 Anlagen	178

ZUSAMMENSTELLUNG DER ABBILDUNGEN

	Seite
Abb. 1: Struktureller Wandel der indonesischen Wirtschaft, dargestellt an den Sektorbeiträgen zum Bruttosozialprodukt (in %)	10
Abb. 2: Anteil der Arbeitskräfte an der Gesamtbevölkerung in Indonesien	12
Abb. 3: Organization Chart of the Ministry of Forestry of Indonesia	20
Abb. 4: Die Entwicklung des Stammholzeinschlages sowie der Schnitt- und Sperrholzproduktion in Indonesien	22
Abb. 5: Exportvolumen von Rund-, Schnitt und Sperrholz Indonesiens	25
Abb. 6: Die Entwicklung der Deviseneinnahmen aus Holzexport von Indonesien	27
Abb. 7: Die Entwicklung der Holzexportpreise in Indonesien	28
Abb. 8: Die Organisationsstruktur von Perum Perhutani	31
Abb. 9: Altersklassenverteilung der Teakplantagen auf Zentral- und Ostjava, Stand 1985	34
Abb. 10: Bonitätsklassen der Standorte in den Teakplantagen auf Java nach Ertragstafel von WOLFF VON WULFFING (1932)	38
Abb. 11: Durchmesserwachstumskurve von Teakbäumen auf verschiedenen Bonitäten auf Java nach Ertragstafel von WOLFF VON WULFFING (1932)	39
Abb. 12: Entwicklung des Verkaufsvolumens an Teakholz auf Java, 1972 - 1985	42
Abb. 13: Die jährliche Planung des Endnutzungsvolumens in den Teakplantagen auf Java, 1979 - 1998	44
Abb. 14: Die jährliche Planung der Endnutzungsfläche in den Teakplantagen auf Java, 1979 - 1998	45
Abb. 15: Entwicklung von Aufwand und Ertrag der Teakplantagen auf Java i.D. je Festmeter Einschlag	49
Abb. 16: Die Waldwege in den Teakplantagen auf Java	55
Abb. 17: Waldeisenbahntransport in den Teakplantagen auf Java	56

Abb. 18: Die Entwicklung der Fahrwegedichte in den Teakplantagen auf Java	59
Abb. 19: Die Entwicklung der Ausgaben für Neubau und Instandhaltung von Waldwegen und deren Anteil an den Gesamtausgaben von Perum Perhutani	68
Abb. 20: Verteilung der Ausgaben für Waldwege auf Neubau und Instandhaltung, Perum Perhutani, 1972 - 1985	70
Abb. 21: Technik der Ringelung in den Teakplantagen auf Java	75
Abb. 22: Holzerntegeräte in den Teakplantagen auf Java	77
Abb. 23: Fälltechnik in den Teakplantagen auf Java	78
Abb. 24: Anlage des Fallkerbs mit Handsäge und Axt, Fällschnitt mit der 2-Mann-Handsäge, und Einschlagen von Sicherungskeilen	79
Abb. 25: Einschneiden von Teakholz	80
Abb. 26: Beziehung zwischen BHD und Zeitaufwand für das Fäll- und Aufarbeiten in den Teakplantagen auf Java	81
Abb. 27: Rücken mit Hilfe zweier Ochsen in den Teakplantagen auf Java	84
Abb. 28: Zeitaufwand für Rücken mit ein Paar Ochsen in Abhängigkeit von Hangneigung und durchschnittlicher Anhängelast im Cepu-Distrikt, Zentraljava	85
Abb. 29: Kosten für das Rücken mit 1 Paar Ochsen und einem Arbeiter in Abhängigkeit von Rückeentfernung und Hangneigung im Cepu-Distrikt, Zentraljava (durchschnittliche Anhängelast 0,4 m³)	86
Abb. 30: Schlepper (Unimog Typ 406)	89
Abb. 31: Fliegender Holzlagerplatz im Wald, Holztransport mit LKW und Zentralholzlagerplatz	91
Abb. 32: Beladen eines LKW, Beladen eines Waggons und Entladen eines LKW	92
Abb. 33: Das gebräuchlichste Holzernteverfahren in den Teakplantagen auf Java	95
Abb. 34: Ablaufschema zur Optimierung der sekundären forstlichen Produktion in den Teakplantagen auf Java	102
Abb. 35: Alternative 1	110
Abb. 36: Alternative 2	110

Abb. 37: Alternative 3	111
Abb. 38: Alternative 4	111
Abb. 39: Alternative 5	112
Abb. 40: Alternative 6	112
Abb. 41: Die graphisch-rechnerische Herleitung der optimalen Wegedichte	121
Abb. 42: Das Isoquantenmodell zur Steuerung des optimalen Grades der Mechanisierung (in Anhalt an SUNDBERG und SILVERSIDES, 1988)	126
Abb. 43: Isoquanten-Modell der Holzernte im Flachland ($< 15^\circ$) in den Teakplantagen auf Java	130
Abb. 44: Erschließungskosten des Status quo und der Alternativen 1, 2, 4 und 6.	137
Abb. 45: Fäll- und Aufarbeitungskosten des Status quo und der Alternativen 1, 2, 4 und 6.	138
Abb. 46: Rückekosten des Status quo und der Alternativen 1, 2, 4 und 6.	138
Abb. 47: Ferntransportkosten des Status quo und der Alternativen 1, 2, 4 und 6.	139
Abb. 48: Gesamtkosten und Differenz aus Nutzen und Kosten der Alternativen im Vergleich zum Status quo.	142
Abb. 49: Die Position der Alternativen und des Status quo im Isoquantendiagramm (Abb. A) und die Verschiebung der Isoquanten-, Kostenlinien und Optimalwerte bezüglich der Varianten 1, 2 und 3.	147
Abb. 50: Gegenüberstellung der Gesamtkosten der Alternativen 1, 2, 4 und 6 im Vergleich zum Status-quo-Zustand bezüglich der Varianten 1, 2 und 3.	149

ZUSAMMENSTELLUNG DER TABELLEN

	Seite
Tab. 1: Flächenanteil, Anteil an der Gesamtbevölkerungsdichte der verschiedenen Inseln in Indonesien	5
Tab. 2: Prognose der Gesamtbevölkerung und Bevölkerungsdichte 1961 und 1975 (Schätzung) sowie 1985 und 2000 (Prognose)	6
Tab. 3: Entwicklung des Bruttosozialprodukts in Indonesien	7
Tab. 4: BSP pro Kopf der Bevölkerung nach Hauptregionen der Welt	8
Tab. 5: Wirtschaftsstruktur in Indonesien und Deutschland (in Prozent des BSP)	9
Tab. 6: Verteilung der Arbeitsplätze auf Wirtschaftssektoren in Indonesien, 1975 - 2000	11
Tab. 7: Verteilung der Arbeitsplätze auf Wirtschaftssektoren in Deutschland 1984	13
Tab. 8: Verteilung der Waldfläche in Indonesien	17
Tab. 9: Aufteilung der Waldfläche Indonesiens nach Waldfunktionen	18
Tab. 10: Stammholzeinschlag und Schnittholzproduktion in Indonesien	23
Tab. 11: Nutzholzbilanz Indonesien, 1976 - 1984	26
Tab. 12: Aufteilung der Waldfläche von Java nach Waldfunktionen	32
Tab. 13: Durchschnittliche Klimawerte auf Java, 1982 - 1986	35
Tab. 14: Waldfläche auf Java nach Höhenlagen	36
Tab. 15: Durchforstungsregime in den Teakplantagen auf Java	37
Tab. 16: Entwicklung von Holzeinschlag, Ertrag, Aufwand und Gewinn bzw. Verlust der Teakplantagen auf Java im Zeitraum 1973 - 1984	41
Tab. 17: Entwicklung der Holzpreise auf Java, 1973 - 1986	47
Tab. 18: Die Klassifikation forstwirtschaftlicher Fahrwege in den Teakplantagen auf Java (nach OKA und WIDARMANA, 1972)	52
Tab. 19: Die Spezifikation der Waldwegelassen und -kategorien nach Steigungen und Kurvenradien in den Teakplantagen auf Java	53

Tab. 20:	Übersicht der Wege und Straßen und deren technische Merkmale in den Teakplantagen auf Java	57
Tab. 21:	Die Wegedichte in verschiedenen Ländern	61
Tab. 22:	Gesamtkorrekturfaktor in den Teakplantagen auf Java	63
Tab. 23:	Tatsächliche mittlere Rückeentfernung in den Teakplantagen auf Zentraljava, 1985 ($k_c = 1,8 - 2,4$)	64
Tab. 24:	Mittlere Transportentfernung von den fliegenden Lagerplätzen im Wald zu den Zentrallagerplätzen in einigen Distrikten auf Zentraljava	65
Tab. 25:	Neubau- und Instandhaltungskosten von Waldwegen in den Teakplantagen auf Java	66
Tab. 26:	Formen der Arbeitsorganisation bei der Holzernte	73
Tab. 27:	Technische Arbeitsproduktivität und Kosten bei Fällen und Aufarbeiten im Bojonegoro-Distrikt, Ostjava	83
Tab. 28:	Technische Arbeitsproduktivität und Rückekosten für Unimog Typ 406 in den Teakplantagen auf Java	90
Tab. 29:	Zeitaufwand für Be- und Entladen, Fahrgeschwindigkeit und Transportkosten beim Ferntransport mit Waggons und LKW in den Teakplantagen auf Java	94
Tab. 30:	Zeitaufwand, technische Arbeitsproduktivität und Kosten bei der Holzernte in Teakplantagen auf Zentraljava (für BHD = 40 cm, Endnutzung)	96
Tab. 31:	Zeitaufwand und technische Arbeitsproduktivität bei der Holzernte mit dem "Selective Cutting System" in den tropischen Regenwäldern außerhalb Javas (BHD $\geq$ 50 cm)	98
Tab. 32:	Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 1	113
Tab. 33:	Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 2	114
Tab. 34:	Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 3	114
Tab. 35:	Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 4	115
Tab. 36:	Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 5	115
Tab. 37:	Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 6	116
Tab. 38:	Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Status quo	116
Tab. 39:	Basisdaten zur Herleitung der optimalen Erschließungsdichte	123



Tab. 40: Die optimale Erschließungsdichte	125
Tab. 41: Basisdaten zur Isoquantenmethode	129
Tab. 42: Basisdaten zur Herleitung der Kostenlinie (Arbeits- und Maschinenkosten)	131
Tab. 43: Mehrkosten und Nutzen (Kostensenkung) der Alternativen 1, 2, 4, 6 gegenüber Status quo (in Rp/ha und Jahr)	141
Tab. 44: Mehrkosten und Nutzen der Alternativen 1, 2, 4, 6 bezüglich der Variante 2	150
Tab. 45: Mehrkosten und Nutzen der Alternativen 1, 2, 4, 6 bezüglich der Variante 3	151
Tab. 46: Intersektoraler paarweiser Vergleich der Auswirkungen auf das Arbeitspotential	156
Tab. 47: Gegenüberstellung der Rangziffern der Arbeitsverfahren	158

1 PROBLEMSTELLUNG UND ZIELE DER UNTERSUCHUNG

Die Teakplantagen auf Java nehmen nicht nur in Indonesien, sondern auch weltweit eine gewisse Sonderstellung ein:

- Historisch gesehen sind es die am längsten großflächig betriebenen Holzplantagen der Erde; sie waren das Vorbild für die inzwischen in anderen, zumeist tropischen und subtropischen Regionen angelegten, sowohl mit *Tectona grandis* als auch mit Eukalyptus- und Pinus -Arten arbeitenden Forstplantagen.
- Obwohl an der Gesamtwaldfläche Indonesiens nur mit einem vergleichsweise kleinen Prozentsatz beteiligt, spielen sie für die Volkswirtschaft von Java wegen des Holzaufkommens und der Beschäftigungsmöglichkeiten sowie für den internationalen Holzmarkt eine nicht unerhebliche Rolle.
- Der Verkauf von Teakholz bestimmt weitgehend die finanzielle Situation des für die Forstwirtschaft auf Java zuständigen staatlichen Forstbetriebs Perum Perhutani.

Die Effizienz und Produktivität der Teakwirtschaft, wie sie der Perum Perhutani betreibt, gibt schon seit Jahren immer wieder Anlass zu Diskussionen um mögliche Verbesserungen. Dabei stehen vor allem die Erschließung, die Holzernte und der Holztransport, d.h. der Bereich der sekundären oder technischen forstlichen Produktion, im Mittelpunkt des kritischen Interesses. Zwar sind die wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse, Entwicklungen und Fortschritte, die in diesem Bereich in den zurückliegenden zwei bis drei Jahrzehnten weltweit erzielt wurden, der Fachwelt in Indonesien durchaus bekannt, wurden bislang jedoch kaum genutzt. Es besteht noch nicht einmal eine klare Vorstellung darüber, welche Walderschließungs- und Holzerntekonzepte unter den in Indonesien gegebenen Rahmenbedingungen für die Teakplantagen eine optimale Zielerreichung versprechen.

Die vorliegende Arbeit will versuchen, diese Frage zu beantworten, d.h. ein optimales Konzept für die technische Produktion in den Teakplantagen auf Java zu entwickeln. Dies erfordert vor allem

- eine gründliche, auf verfügbare Informationen und auf ergänzende Feldstudien gestützte Analyse des Istzustandes in arbeitstechnischer und ökonomischer Hinsicht, sowie
- die Suche nach der Problemstellung angemessenen Optimierungsmethoden bzw. Entscheidungshilfen.

Den Istzustand richtig zu verstehen und Verbesserungsmöglichkeiten realistisch zu konzipieren, setzt die Kenntnis der vorgegebenen Rahmenbedingungen voraus. Diese Rahmenbedingungen wenigstens in groben Zügen zu beschreiben, ist Gegenstand der Kapitel 2 und 3. Mit dem Istzustand befaßt sich Kapitel 4, Kapitel 5 schließlich ist der Problemlösung gewidmet.

2 WALD UND FORSTWIRTSCHAFT IN INDONESIEN

2.1 RAHMENBEDINGUNGEN

2.1.1 Geographie und Klima

Die Republik Indonesien ist der größte Inselstaat der Welt; sie umfaßt 13 677 Inseln, von denen über 6 000 bewohnt sind. Darunter gibt es 5 größere Inseln, nämlich: Sumatera, Java, Kalimantan, Sulawesi (Celebes) und Irian Jaya (West-Neuguinea).

Das Inselreich Indonesien erstreckt sich beiderseits des Äquators zwischen dem Indischen und dem Pazifischen Ozean. Es mißt in Ost-West-Richtung vom 95. Grad bis zum 141. Grad östlicher Länge rund 5100 km. Die Nord-Süd-Ausdehnung zwischen dem 6. Grad nördlicher und dem 11. Grad südlicher Breite beträgt etwa 1 900 km. Die gesamte Landfläche mißt 1 919 443 km², die Wasserfläche 3 331 170 km².

Der größte Teil Indonesiens ist von Bergen überzogen. Die höchsten Erhebungen sind der Puncak Jaya (5029 m) auf Irian Jaya, der Kerinci (3805 m) auf Sumatera und der Semeru (3676 m) auf Java. Größere Ebenen finden sich nur auf Kalimantan und auf Sumatera.

Indonesien hat zwei ausgeprägte Jahreszeiten, nämlich die nasse Periode von November bis März und die heiße Periode von April bis Oktober. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 26 Grad Celsius, wobei die täglichen Extremwerte nur um etwa 7 Grad Celsius schwanken (Maximumwert ca. 30 Grad Celsius und Minimumwert ca. 23 Grad Celsius).

Die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen sind auf den einzelnen Inseln zum Teil recht unterschiedlich, so auf Java 1 800 mm in Jakarta, 2 500 mm in Bandung, 3 000 mm in Semarang, 2 200 mm in Surabaya, auf Kalimantan 4 000 mm, in Balikpapan und auf Bali 2 700 mm. Die Luftfeuchtigkeit beträgt durchschnittlich 80 %.

2.1.2 Bevölkerung

Im Jahr 1985 lebten in Indonesien 165 Millionen Menschen. Dies bedeutet bei der vorerwähnten Fläche des Landes eine Dichte von 86 Einwohner pro km². Die jährliche Zuwachsrate liegt im Durchschnitt bei 2,44 %, wobei in den letzten Jahren infolge der Familienplanung ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist.

Tab. 1 vermittelt einen Überblick über die Bevölkerungsverteilung und -dichte. Betrachtet man die Bevölkerungsverteilung auf den verschiedenen Inseln und deren Flächengrößen im Jahr 1985, so kann folgendes festgestellt werden:

- Rund 61 % der Gesamtbevölkerung leben auf JAVA, das nur knapp 7 % der gesamten Staatsfläche einnimmt. Die Bevölkerungsdichte beträgt hier 759 Einwohner pro km². Damit stellt JAVA eines der am dichtesten besiedelten Gebiete der Welt dar.
- Demgegenüber leben auf KALIMANTAN und IRIAN JAYA, die rund 29 % bzw. 22 % der Staatsfläche ausmachen, nur 4,75 % bzw. 0,83 % der Gesamtbevölkerung. Die Bevölkerungsdichten liegen hier bei 15 bzw. 3 Einwohnern pro km².

Eine Prognose hinsichtlich der Bevölkerungszahlen für das Jahr 2000 ist Tab. 2 zu entnehmen. Es zeigt sich, daß der prozentuale Anteil an der Gesamtbevölkerung auf der Insel JAVA zwar leicht zurückgehen, die Bevölkerungsdichte dort aber noch weiter ansteigen wird, nämlich auf nahezu 1 000 Einwohner/km².

Tab. 1: Flächenanteil, Anteil an der Gesamtbevölkerung und Bevölkerungsdichte der verschiedenen Inseln in Indonesien

Insel	Fläche		Anteil an Gesamtbevölkerung (%)					Bevölkerungsdichte (Einw. pro km ²)			
	km ²	%	1961	1971	1980	1985		1961	1971	1980	1985
Sumatera	373 606	24,67	16,21	17,45	19,00	19,93		33	44	59	70
Java	132 187	6,8	64,95	63,83	61,88	60,72		476	576	690	759
Kalimantan (Borneo)	593 460	28,11	4,23	4,32	4,56	4,75		8	10	12	15
Bali und Nusa Tenggara	88 488	4,61	5,73	5,55	5,76	5,70		63	75	96	106
Sulawesi (Celebes)	189 216	9,85	7,29	7,15	7,05	7,08		38	45	55	63
Molukken	74 505	3,88	0,81	0,92	0,96	0,99		11	15	19	22
Irian Jaya	421 981	21,99	0,78	0,78	0,79	0,83		2	2	3	3
Indonesien	919 443	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		51	62	77	86

Quelle: Centra Bureau of Statistics, Jakarta, Indonesien.

Tab. 2: Gesamtbevölkerung und Bevölkerungsdichte
1961 und 1975 (Schätzung) sowie 1985 und 2000 (Prognose).

	1961	1975	1985	2000
- Gesamtbevölkerung (in Millionen)				
. JAVA	63 (65%)	83 (62%)	100 (60%)	127 (54%)
. Außeninseln (Kali- mantan, Sumatera, Sulawesi, Molukken Irian Jaya, Bali und Nusa Tenggara)	34 (65%)	49 (38%)	66 (40%)	105 (36%)
. INDONESIEN	97 (100%)	132 (100%)	166 (100%)	232 (100%)
- Bevölkerungsdichte (Einwohner/km ²)				
. JAVA	477	630	759	959
. Außeninseln	19	27	37	59
. INDONESIEN	51	69	86	211

Quelle: DJOJOHADIKUSUMO 1979.

2.1.3 Sozialökonomische Situation

Die Entwicklung des Bruttosozialprodukts (BSP) in INDONESIEN ist aus Tab. 3 zu ersehen. Es zeigt sich, daß nach Beendigung des Bürgerkrieges und nach der Währungsreform im Jahre 1966 die jährlichen Wachstumsraten des BSP deutlich zugenommen haben. So betrug die jährliche Steigerung des BSP pro Kopf im Zeitraum 1960 - 1965 -4,2 %, im Zeitraum 1967 - 1976 +6,3 %, im Zeitraum 1975 - 1985 +6,1 % und die Prognose für den Zeitraum 1985 - 2000 liegt bei +7,6 %.

Nach dem BSP pro Einwohner werden von der Weltbank unterschieden:

- ärmste Länder < 500 US \$/Einwohner
- arme Länder 500 - < 1 500 US \$/Einwohner
- Schwellenländer 1 500 - < 3 000 US \$/Einwohner
- reiche Länder 3 000 - < 6 000 US \$/Einwohner
- sehr reiche Länder > 6 000 US \$/Einwohner

Indonesien zählt danach zu den wirtschaftlich ärmsten Staaten der Erde.

Tab. 3: Entwicklung des Bruttosozialprodukts in Indonesien

a) vor der Währungsreform	Absolute Werte				Jährliche Wachstumsraten (%)			
	1960	1965	1967	1976	1960 - 1965	1965 - 1967	1967 - 1976	
BSP zu konstanten Preisen von 1966, (in Mrd. Rupiah)	398 163	357 132	411 553	865 028		7,4		8,6
Bevölkerung (in Mill.)	94,8	105,4	109,9	133,7	-	-	-	-
BSP pro Kopf (in Tsd. Rupiah)	4 200	3 388	3 745	6 470	- 4,2	5,1		6,3
b) nach der Währungsreform	1975	1985	2000		1975 - 1985	1985 - 2000		
BSP auf der Preisbasis 1973 (in Mrd. Rupiah)	7 631	15 569	46 765		10,4	13,3		
Bevölkerung (in Mill.)	131	166	232		-	-		
BSP pro Kopf • in Rupiah • in US-Dollar	58 440 141	94 230 227-241	201 580 486-570		6,1	7,6		

1) 1 000 Rupiah alte Währung (bis 1966) = 1 Rupiah neue Währung

Quelle: DJOJOHADIKUSUMO, 1979.

Tab. 4 vermittelt eine weltweite Übersicht nach Regionen, Indonesien rechnet zu der Hauptregion 2.2 Asien und Ozeanien.

Tab. 4: BSP pro Kopf der Bevölkerung nach Hauptregionen der Welt.

	BSP pro Kopf (zum Dollarwert von 1975)		
	1975	1985	2000
1 Welt	1 473	1 841	2 311
1.1 Entwickelte Regionen	4 325	5 901	8 485
1.2 Unterentwickelte Regionen	382	501	587
2 Hauptregionen			
2.1 Afrika	405	500	620
2.2 Asien und Ozeanien	306	398	522
2.3 Lateinamerika	1 005	1 304	1 715
2.4 UdSSR und Osteuropa	2 591	3 279	4 472
2.5 Nordamerika, Westeuropa, Japan, Australien und Neuseeland	5 431	7 597	11 117

Quelle: Global 2000, der Bericht an den Präsidenten, 1980.

Abb. 1 zeigt die Beiträge der verschiedenen Wirtschaftssektoren zum Bruttosozialprodukt in Indonesien. Zweierlei wird daraus deutlich:

- Mit einem Anteil von gegenwärtig (1985) fast 40 % spielt der primäre Sektor, und innerhalb desselben Land- und Forstwirtschaft, eine bedeutende Rolle. Demgegenüber ist der sekundäre Sektor vorerst noch relativ schwach. Der tertiäre Sektor hingegen leistet einen überraschend hohen Beitrag.
- Die Entwicklung folgt dem von den (reichen) Industrieländern her bekannten Trend: Der Anteil des primären Sektors geht zurück, in erster Linie zugunsten des sekundären Sektors. Für den tertiären Sektor werden mittelfristig keine wesentlichen Änderungen erwartet.

Die großen Unterschiede in der Wirtschaftsstruktur eines Entwicklungslandes (Indonesien) und einer reichen, hochentwickelten In-

dustriention (Bundesrepublik Deutschland) werden aus Tab. 5 ersichtlich.

Tab. 5: Wirtschaftsstruktur in Indonesien und Deutschland (in Prozent des BSP).

Sektor	Indonesien ¹⁾	Deutschland ²⁾
- Primärer Sektor i.G.	39	6
. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	28	2
. Bergbau	11	4
- Sekundärer Sektor i.G.	22	40
. Verarbeitendes Gewerbe	16	34
. Baugewerbe	6	6
- Tertiärer Sektor i.G.	39	54
. Verkehr und Nachrichtenübermittlung	5	6
. Sonstiges	34	48
Bruttosozialprodukt insgesamt	100	100

1) Produktionsstruktur im Jahr 1985 zu Preisbasis 1973.

2) Produktionsstruktur im Jahr 1984 zu Marktpreisen.

Quelle: DJOJOHADIKUSUMO, 1979 und Statistisches Jahrbuch 1985 für die Bundesrepublik Deutschland.

Die Arbeitsmarkt- und Beschäftigtenstatistik in Indonesien unterscheidet zwischen ganzeitbeschäftigten und teilzeitbeschäftigten Personen. Ganzzeitbeschäftigung liegt vor, wenn die wöchentliche Arbeitszeit mindestens 35 Stunden beträgt. Die Beschäftigtenstatistik erfaßt Personen ab 10 Jahren Lebensalter aufwärts.

Aus Abb. 2 sind Stand und Entwicklung der Beschäftigten insgesamt und nach den vorerwähnten Gruppen im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung zu ersehen. Danach waren 1985 wenig mehr als die Hälfte aller Beschäftigten ganzeitbeschäftigt und man erwartet, daß dieser Anteil weiter zurückgehen wird. Das auf den ersten Blick relativ hohe Beschäftigungsprozent (Summe der Beschäftigten in Prozent der Gesamtbevölkerung, 1985=41%) muß daher stark relativiert werden. Von größerer Aussagekraft ist das Verhältnis von Gesamt-

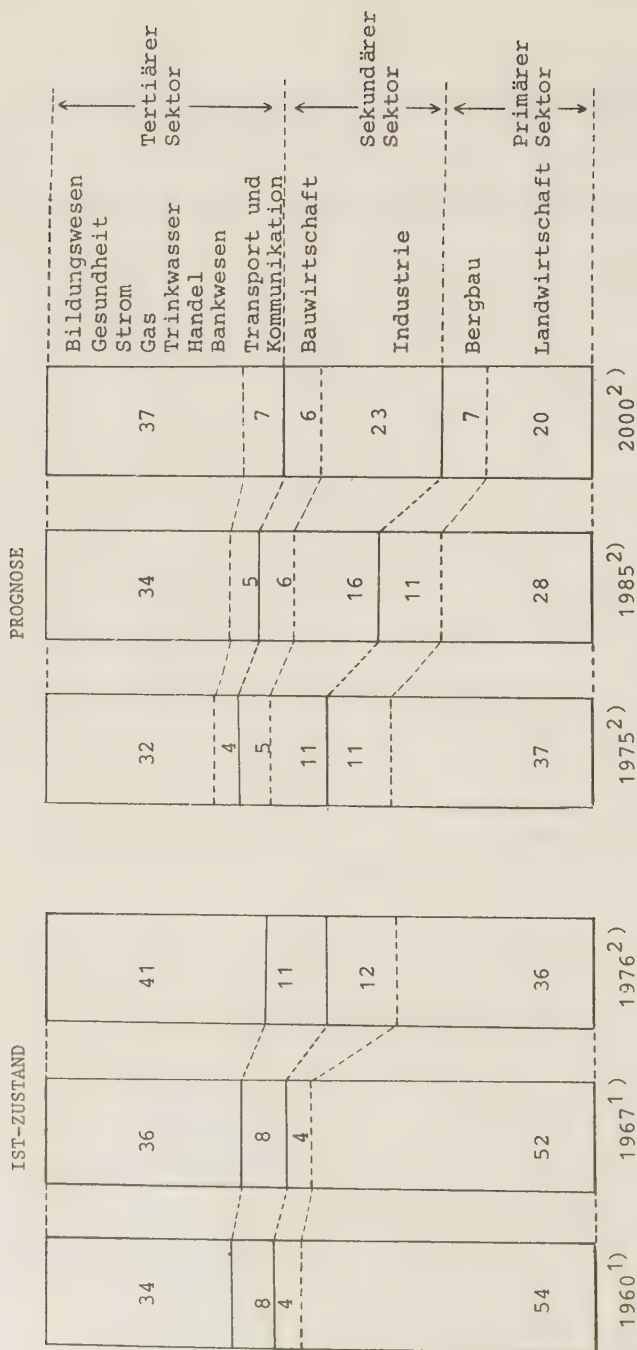


Abb. 1: Struktureller Wandel der indonesischen Wirtschaft, dargestellt an den Sektorbeiträgen zum Bruttoinlandsprodukt (in %).

1) Basierend auf konstanten Preisen von 1960

2) Basierend auf konstanten Preisen von 1973

bevölkerung zu der Anzahl ganzzzeitbeschäftigter Personen. Es bringt zum Ausdruck, wieviele Personen ein Ganzzzeitbeschäftigter ernähren muß.

Aus Abb. 2 wird ersichtlich, daß diese Kennzahl leicht steigende Tendenz aufweist.

Im vorliegenden Zusammenhang ist auch die Verteilung der Arbeitsplätze auf Wirtschaftssektoren von Interesse. Tab. 6 gibt Auskunft hierzu.

Tab. 6: Verteilung der Arbeitsplätze auf Wirtschaftssektoren in
INDONESIEN, 1975 - 2000

	1975		1985		2000	
	Arbpl	%	Arbpl	%	Arbpl	%
- Primärer Sektor i.G.	25 016	66	28 196	50	33 985	40
. Landwirtschaft	24 936	66	28 072	50	33 803	40
. Bergbau	80	0	124	0	155	0
- Sekundärer Sekt. i.G.	3 213	9	7 740	14	15 104	19
. Industrie	2 573	7	5 822	10	12 410	15
. Bauwirtschaft	640	2	1 918	4	3 694	4
- Tertiärer Sektor i.G.	9 398	25	20 932	36	35 376	41
. Transport und Kommunikation	901	2	1 726	3	3 383	4
. Sonstiges	8 497	23	18 666	33	31 995	37

Quelle: DJOJOHADIKUSUMO, 1979.

Danach stellt der primäre Sektor zur Zeit etwa 50 % der Arbeitsplätze. Bis zum Jahr 2000 wird ein Rückgang auf 40 % prognostiziert. Einen gleichhohen Anteil wird dann der tertiäre Sektor einnehmen. Man kann dennoch feststellen, daß in Indonesien dem primären Sektor noch auf geraume Zeit eine sehr hohe ökonomische und soziale Bedeutung zukommen wird.

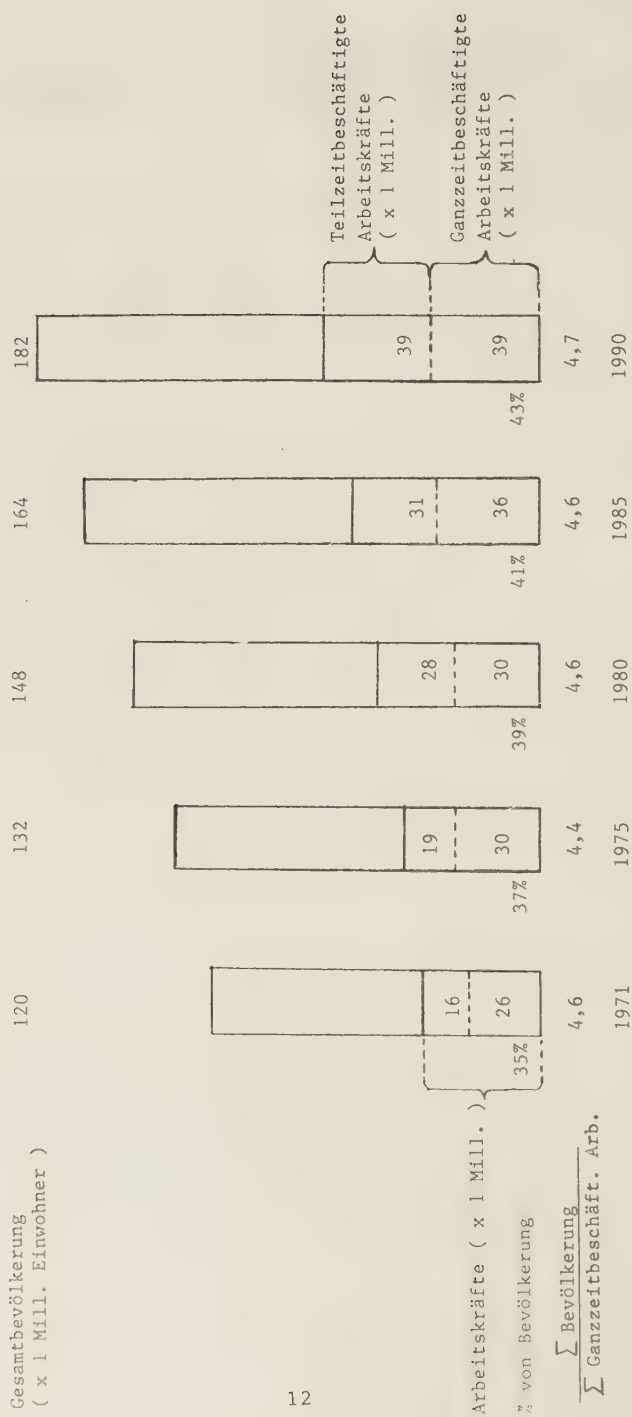


Abb. 2: Anteil der Arbeitskräfte an der Gesamtbevölkerung in Indonesien.
(Quelle : Center for Policy Studies (CPS), Jakarta, Indonesien).

In Tabelle 7 sind Vergleichszahlen für Deutschland aufgetragen, um die Unterschiede zu einem Industrieland deutlich zu machen. Der primäre Sektor stellt hier nur 7 % aller Arbeitsplätze, während auf den Dienstleistungssektor und den sekundären Sektor 53 % bzw. 40 % entfallen.

Tab. 7: Verteilung der Arbeitsplätze auf Wirtschaftssektoren in Deutschland 1984.

Sektor	Arbeitsplätze (x 1 000)	%
- Sekundärer Sektor i.G.	1 903	7,2
. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	1 376	5,2
. Energie- und Wasserversorgung, Bergbau	527	2,2
- Sekundärer Sektor i.G.	10 604	39,9
. Verarbeitendes Gewerbe	8 562	32,2
. Baugewerbe	2 042	7,7
- Tertiärer Sektor i.G.	14 102	53,0
. Verkehr und Nachrichtenübermittlung	15 454	5,8
. Sonstiges	12 558	47,2

Quelle: Statistisches Jahrbuch 1985 für die Bundesrepublik Deutschland

Wie in den meisten Ländern wird auch in Indonesien die Forstwirtschaft hinsichtlich ihres Beitrages zum Bruttosozialprodukt und zum Arbeitsplatzpotential statistisch nicht besonders ausgewiesen, sondern unter Landwirtschaft (und Fischerei) subsummiert. Fachleute schätzen, daß 1985 ca. 2,1 Millionen Beschäftigte in der Forstwirtschaft Indonesiens tätig waren. Das entspricht etwa 3 % aller Arbeitsplätze.

Charakteristisch für Entwicklungsländer sind niedrige **Arbeitskosten** je Zeiteinheit (Stunde, Tagewerk). Diesen steht aber in der Regel auch eine niedrige technische Arbeitsproduktivität (TAP) gegenüber. Als Folge davon sind die Arbeitskosten je Leistungseinheit (Stückkosten), z.B. je Kubikmeter geerntetes Rundholz, zumeist höher, als von Außenstehenden vermutet wird.

Für sich allein betrachtet, besagen die Arbeitskosten je Zeiteinheit jedenfalls recht wenig aus. Informativer sind Verhältniszahlen. Aus forstlicher Sicht werden häufig verwendet die Relation von Durchschnittspreis je m³ Rundholz, zumeist Sägerundholz, zu durchschnittlichen Arbeitskosten (Lohn + Nebenkosten) von Waldarbeitern je Stunde oder, mit Blick auf den Mechanisierungs- bzw. Rationalisierungsdruck, die Relation von durchschnittlichen Arbeitskosten je Stunde zu Durchschnittspreis je Liter Treibstoff. Die erstere Verhältniszahl bringt zum Ausdruck, wieviele Waldarbeiterstunden aus dem Erlös von einem m³ Rundholz finanziert, die zweitgenannte, wieviele Liter Treibstoff an Stelle einer Waldarbeiterstunde eingesetzt werden können. Der nachfolgende Ländervergleich mag eine Vorstellung von der etwaigen Größenordnung dieser Relationen im Zeitpunkt 1986/88 vermitteln:

Land	Rundholzpreis zu Arbeitskosten Std./m ³	Arbeitskosten zu Treibstoffpreis l/Std.
Pakistan (AYAZ, 1986)	ca. 400 - 500	ca. 0,6 - 0,8
Indonesien, Teakplantagen auf Java (eigene Erhebung #, 1986)	ca. 200 - 250	ca. 2 - 5
Japan (Japan Forest Technical Association, 1988)	ca. 30 - 35	ca. 17 - 23
Schweden (SUNDBERG und SILVERSIDES, 1988)	ca. 6 - 8	ca. 26 - 35
Bundesrepublik Deutschland, Staatswald (LÖFFLER, persönliche Mitteilung, 1988)	ca. 4 - 5	ca. 35 - 40
Kanada (SUNDBERG und SILVERSIDES, 1988)	ca. 2 - 3	ca. 45 - 50

Relationen, wie sie für Pakistan und Indonesien ausgewiesen sind, lassen sich dahingehend interpretieren,

- daß vorerst nur wenig Anlaß besteht, (billige) Handarbeit durch (teuere) technische Energie zu substituieren und
- daß, zieht man die Bevölkerungsentwicklung in Betracht, die Schaffung handarbeitsintensiver Arbeitsplätze Priorität genießen müßte.

2.2 WALDVERHÄLTNISSE

Die Waldfläche Indonesiens beträgt nach den neuesten Angaben (1984) 142 645 722 ha, was einem Bewaldungsprozent von 74,2 entspricht. Der Wald ist ausschließlich Staatswald; andere Waldbesitzarten gibt es in Indonesien nicht.

Aus Tab. 8 kann entnommen werden, daß das Bewaldungsprozent auf den Inseln bzw. Inselgruppen recht unterschiedlich ist. So beträgt der Anteil des Waldes an der Gesamtfläche auf Java nur rund 23 %, auf Kalimantan hingegen rund 83 % und auf Irian Jaya sogar mehr als 96 %. Rund 81 % der Gesamtwaldfläche liegen auf den drei größten Inseln Sumatera, Kalimantan und Irian Jaya.

Eher noch größer sind die Unterschiede in der Waldfläche pro Einwohner: 1985 betrug diese für Indonesien insgesamt 0,86 ha pro Kopf, für Java hingegen nur 0,03 ha.

Der Wald in Indonesien wird nach der Vorrangfunktion in folgende drei Kategorien eingeteilt (siehe hierzu Tab. 9).

- Zum Produktionswald zählen Waldflächen, die einen hohen Anteil wirtschaftlich wertvoller Baumarten aufweisen, die zugänglich sind und deren Holzvorrat über 40 m³/ha beträgt. Gegenwärtig (1985) entfallen rund 66 % der Gesamtwaldfläche Indonesiens auf diese Kategorie.

Innerhalb des Produktionswaldes wird zwischen umwandelbaren und nicht umwandelbaren Flächen bzw. Beständen unterschieden. Umwandelbar meint die Möglichkeit der Umwandlung der natürlichen in ertragreichere Bestockungen, u.a. in Monokulturen im Plantagenbetrieb. Zu den umwandelbaren Flächen zählen vornehmlich die gut

zugänglichen Wälder im Flachland, bei den nicht umwandelbaren handelt es sich überwiegend um wirtschaftlich nutzbare Bestände in den Bergregionen.

- Schutzwälder, die rd. 21 % der indonesischen Waldfläche einnehmen, dienen vornehmlich dem Boden- (Erosions-) und Wasserschutz und genießen deshalb einen besonderen gesetzlichen Status. Sie sind aus der Bewirtschaftung, und damit auch aus der Holznutzung, ausgenommen.
- Die dritte Kategorie bilden Naturschutz- und Erholungswälder mit einem Flächenanteil von knapp 13 %. Teils handelt es sich um Waldflächen mit besonders schützenswerten Floren oder Faunen, teils um Flächen, die wegen ihrer landschaftlichen Schönheit und/oder ihrer verkehrsgünstigen Lage stark von Erholungssuchenden (einschließlich Touristen) frequentiert werden. Auch in dieser Kategorie unterbleibt eine regelmäßige Nutzung.

Aus Tab. 9 ist zu ersehen, daß zwischen den Inselgruppen deutliche Unterschiede in den Anteilen der funktionalen Waldkategorien existieren.

Nach dem Waldtyp werden unterschieden:

- Immergrüne Regenwälder, auf die schätzungsweise zwei Drittel der indonesischen Waldfläche entfallen. Ihre Hauptverbreitung haben sie auf Kalimantan, Sumatera, Sulawesi und Irian Jaya.
- Laubabwerfende tropische Wälder, mit einem Anteil von etwa 16 % an der Gesamtwaldfläche. Sie finden sich vornehmlich auf Süd-Sulawesi, Nusa Tenggara und Java. Innerhalb dieses Waldtyps kommt den Teakplantagen auf Java besondere wirtschaftliche Bedeutung zu.
- Natürliche Kiefernwälder (Pinus merkusii), die in Nord- und Mittelsumatera beheimatet sind.
- Sumpfwälder und Mangroven, überwiegend auf Kalimantan, Sumatera, Irian Jaya und Java.
- Nebelwälder; sie bilden den Waldtyp der Bergregionen zwischen etwa 2 000 und 3 000 m über NN.
- Tropisch-alpine Formationen oberhalb von etwa 3 000 m über NN.

Tab. 8: Verteilung der Waldfläche in Indonesien

Insel	Gesamt- fläche km ²	Waldfläche		Bewaldungs- prozent
		ha	%	
Sumatera	473 606	30 207 200	21,2	63,8
Java	132 187	2 988 222	2,1	22,6
Kalimantan (Borneo)	539 460	44 967 700	31,5	83,4
Bali und Nusa Tenggara	88 488	5 673 200	4,0	64,1
Sulawesi (Celebes)	189 216	12 684 600	8,9	67,0
Molukken	74 505	5 533 300	3,9	74,3
Irian Jaya	421 981	40 591 500	28,4	96,2
Indonesien	1 919 443	142 645 722	100,0	74,2

Quelle: Agency for Forest Inventory and Land Use Planning, Jakarta, Indone-
sien

Tab. 9: Aufteilung der Waldfläche Indonesiens nach Waldfunktionen

Insel	Schutzwald		Naturschutz- und Erholungswald		Holzproduktionswald			
	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)	Nicht umwandelbar		Umwandelbar	
					Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)
Sumatera	7 093 600	23,5	3 683 000	12,2	14 399 100	47,7	5 031 500	16,6
Java	731 243	24,5	419 600	14,0	1 837 280 ¹⁾	61,5	-	-
Kalimantan (Borneo)	6 923 700	15,4	4 100 700	9,1	25 648 900	57,0	8 293 400	18,5
Bali und Nusa Tenggara	1 243 400	21,9	298 700	5,3	1 133 600	74,4	2 997 500	52,8
Sulawesi (Celebes)	3 867 200	30,5	806 300	6,4	6 017 900	47,4	1 993 200	15,7
Molukken	1 550 400	28,0	441 000	8,0	3 105 500	56,1	436 400	7,9
Irian Jaya	8 648 500	21,3	8 311 800	20,5	11 855 800	29,2	11 775 400	29,0
Indonesien	30 058 043	21,1	18 061 100	12,7	63 999 080	44,9	30 527 400	21,3

Quelle: Agency for Forest Inventory and Land Use Planning, Jakarta, Indonesien

1) Einschl. Teakplantagen

2.3 FORSTORGANISATION

Die Organisationsstruktur der indonesischen Forstverwaltung ist durch die Verordnung des Forstministeriums No. 20/KptsII/1983 vom 5. Juli 1983 festgelegt.

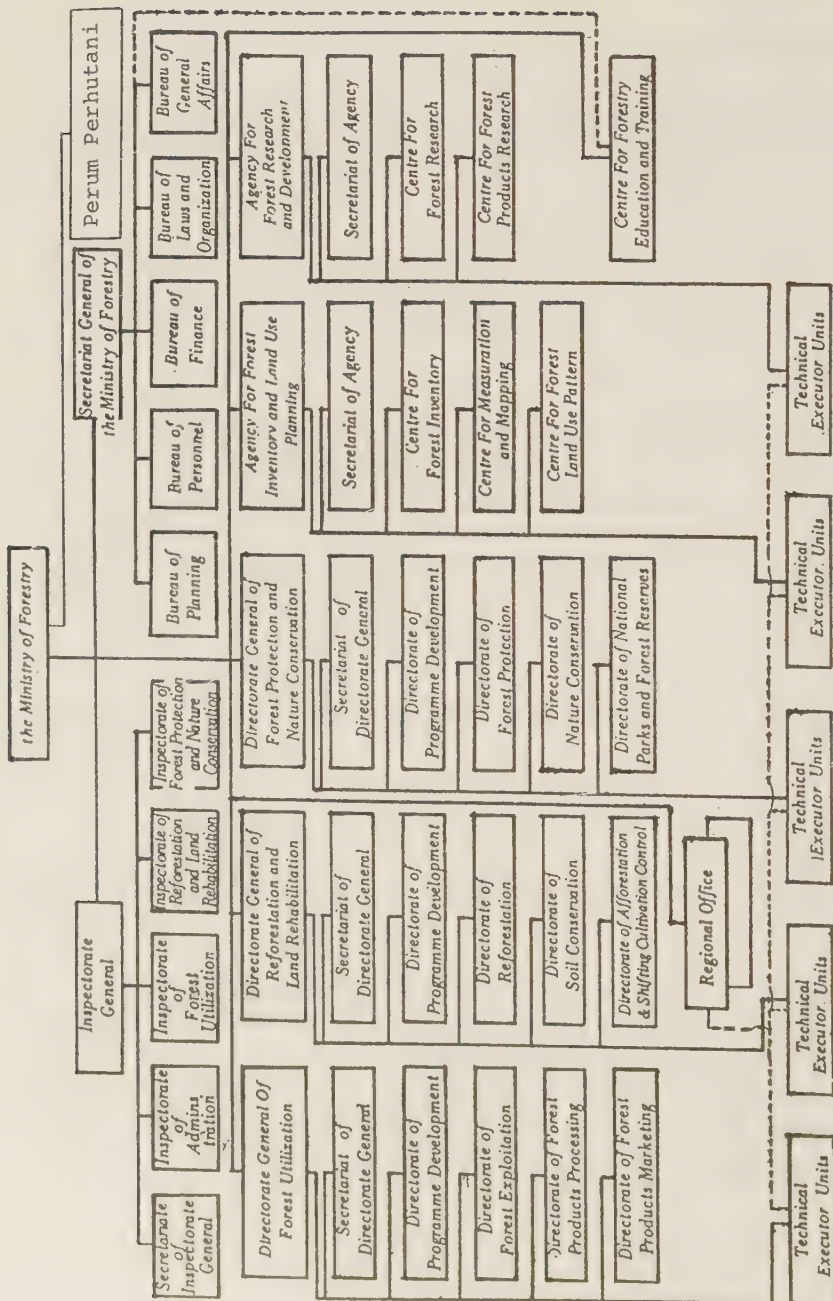
Das Forstministerium befindet sich in Jakarta. Seine Gliederung ist aus Abb. 3 zu ersehen. Ihm direkt unterstellt sind 27 Forstämter, die sich in der Hauptstadt jeder Provinz in Indonesien befinden.

Eine Sonderstellung nimmt der staatliche Forstbetrieb Perum Perhutani ein. Er ist unmittelbar dem Forstminister zugeordnet. Perum Perhutani obliegt die Bewirtschaftung aller Waldungen auf Java, auch der Teakplantagen, in alleiniger Verantwortung. Der Direktion unterstehen Forstämter in den Städten Jakarta, Bandung, Semarang und Surabaya. In Kap. 3 wird auf weitere Einzelheiten zu Perum Perhutani einzugehen sein.

Die Aufgaben der Indonesischen Forstverwaltung konzentrieren sich vor allem auf

- die Forsteinrichtung,
- die Planung und Organisation walderhaltender Maßnahmen,
- die Vergabe von Einschlagslizenzen und die Überwachung der damit verbundenen Forstnutzung.

Im Gegensatz zu deutschen Forstverwaltungen befaßt sich die indonesische Forstverwaltung nicht mit forstbetrieblichen Maßnahmen, wie Bestandesbegründung, Bestandespflege, Walderschließung, Holzeinschlag, Holztransport und Holzverkauf. Diese Aktivitäten obliegen den Firmen mit Waldkonzessionen. Eine Ausnahme bilden die Teakplantagen auf Java (siehe Kap. 3).



Source : The Decree Minister of No.20/KPTS-III/1983, July, 5 1985

Notes : —————> Line Management

-----> Line Coordination

Abb. 3: Organization Chart of the Ministry of Forestry of Indonesia

2.4 HOLZEINSCHLAG UND HOLZVERBRAUCH

Die Informationen über Holzeinschlag und Holzverbrauch in Indonesien sind von beschränkter Aussagekraft, da nur das Nutzholz (= Stammholz) in der offiziellen Statistik erfaßt wird. Über den Brennholzverbrauch gibt es lediglich grobe Schätzungen. Eine Ausnahme bilden die Teakplantagen auf Java (siehe Kap. 3.3).

Im Jahre 1984 belief sich der statistisch erfaßte Stammholzeinschlag in Indonesien auf rund 15,958 Mio. m³, der Inlandsverbrauch an Holzprodukten aus Stamm- bzw. Nutzholz pro Kopf der Bevölkerung auf 0,031 m³ Rundholzäquivalent. Demgegenüber schätzte die FAO den Brennholzverbrauch in Indonesien im gleichen Jahr auf ca. 0,50 m³/Kopf der Bevölkerung, d.h. auf etwa das 16fache des Nutzholzverbrauchs. Wenn im weiteren nur noch von Nutzholz die Rede ist, sollte deshalb stets bedacht werden, daß es sich dabei nur um den kleineren Teil des gesamten indonesischen Holzaufkommens handelt. Das aus den Teakplantagen stammende Nutzholz ist in den jeweiligen Tabellen und Abbildungen enthalten.

Ausgenommen wiederum die Teakplantagen auf Java, vollzieht sich der (Stammholz-) Einschlag in Indonesien im Rahmen von Waldnutzungskonzessionen mit einer Laufzeit von in der Regel 25 Jahren. Die Grundlage bildet das Gesetz No. 1/1967 über ausländische Kapitalinvestitionen.

Im Jahre 1984 gab es in Indonesien 521 Konzessionen mit einem Gesamteinschlagsvolumen (= Hiebssatz, Annual Allowable Cut = AAC) von 22,22 Mio. m³ Stammholz pro Jahr auf einer Fläche von 786 800 ha. Das entspricht i.D. rd. 28 m³ pro ha Konzessionsfläche und Jahr. Den Konzessionen waren in jenem Jahr Produktionskapazitäten von rd. 2,30 Mio. m³ Schnittholz pro Jahr und 6,07 Mio. m³ Sperrholz pro Jahr angegliedert. Die von Konzessionen unabhängige Sägeindustrie hatte im Jahre 1984 eine Jahreskapazität von 4,3 Mio. m³ Schnittholz.

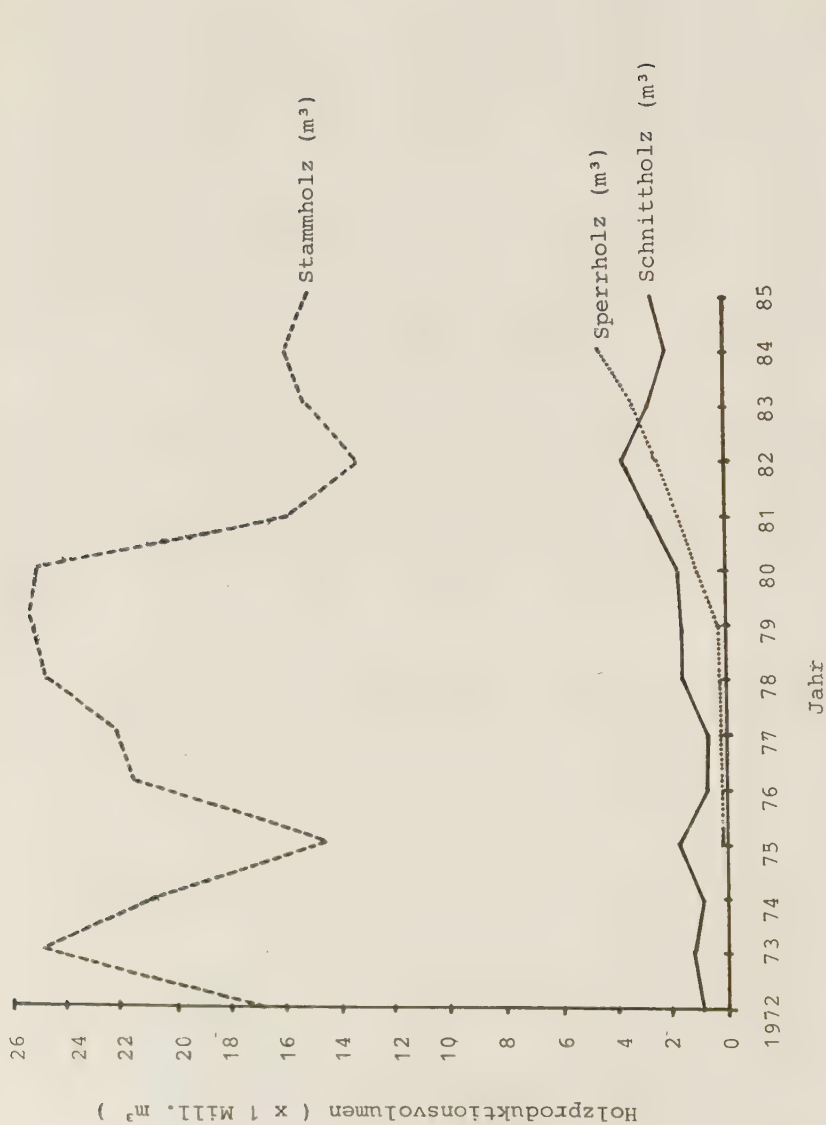


Abb. 4: Die Entwicklung des Stammholzeinschlages sowie der Schnitt- und Sperrholzproduktion in Indonesien.

(Quelle : Directorate General of Forest Utilization, Jakarta, Indonesien).

Abb. 4 zeigt die Entwicklung des Stammholz- (Nutzholz-) einschla-
ges sowie der Schnittholz- und Sperrholzproduktion in Indonesien
im Zeitraum 1972 bis 1985. Auffallend ist der starke Rückgang des
Einschlags nach 1980. Es ist dies den in diesem Jahr in Kraft ge-
tretenen Exportbeschränkungen für Rundholz zuzuschreiben; seit
1985 besteht ein totales Exportverbot für Stammholz. Die inlän-
dische Schnittholz- und Sperrholzproduktion hingegen nimmt seit-
her zu.

Aus Tab. 10 sind die Anteile der Inseln bzw. Inselgruppen am
Stammholzeinschlag und an der Schnittholzproduktion ersichtlich.
Kalimantan und Sumatera sind zusammen mit rund 85 % am indonesi-
schen Stammholzeinschlag beteiligt

Tab. 10: Stammholzeinschlag und Schnittholzproduktion in
Indonesien

Insel	Stammholz		Schnittholz	
	m ³ (r)	%	m ³ (s)	%
Sumatera	3 704 911	24,6	830 077	31,4
Java	911 182	6,6	187 533	7,1
Kalimantan	9 182 072	60,9	1 449 279	54,8
Bali und Nusa Tenggara	25 802	0,2	12 200	0,5
Sulawesi	210 169	1,4	113 510	4,3
Molukken	780 025	5,2	28 480	1,1
Irian Jaya	173 789	1,1	21 324	0,8
Indonesien	15 067 950	100,0	2 643 403	100,0

Quelle: Directorate General of Forest Utilization, Jakarta,
Indonesien.

Die wichtigsten Holzarten sind Rot- und Weißmeranti (Shorea sp.) mit einem Anteil am Stammholzeinschlag von ca. 59 %, Ramin (Gony-stylus bancanus) mit ca. 7 %, Keruing (Dipterocarpus sp.) und Kapur/Kamper (Dryobalanops sp.) mit ca. 10 %, Jati/Teak (Tectona grandis) mit ca. 3 %, Agathis (Agathis borneensis) mit ca. 2 %, Pulai (Alstonia scholaris) mit ca. 3 % und andere mit ca. 16 %.

Gestützt auf die Daten der offiziellen Holzstatistiken, vermittelt Tab. 11 eine Vorstellung von der Größenordnung und Entwicklung der Nutzholzbilanz Indonesiens. Der Inlandsverbrauch ergibt sich als Differenz aus jährlichem Holzeinschlag und jährlichem Holzexport. Der Holzimport hat in Indonesien so geringe Größenordnungen, daß er vernachlässigt werden kann. Die Zahlen wurden in Festmeter Rundholz umgerechnet, wobei folgende Umrechnungsfaktoren Verwendung fanden:

1 m³ Schnittholz = 1,83 fm Rundholz,
1 m³ Sperrholz = 2,30 fm Rundholz.

Aus Tab. 11 wird die große Bedeutung des Holzexportes ersichtlich. Im Jahre 1975 belief sich der Anteil des Holzexports am Gesamtwert aller indonesischen Exporte auf 11 %, im Jahre 1985 auf 16 %!

Abb. 5 zeigt die Entwicklung des indonesischen Exportvolumens von Rund-, Schnitt- und Sperrholz. Die Ausfuhrbeschränkungen für Rundholz ab 1980 und das Ausfuhrverbot ab 1985 kommen klar zum Ausdruck.

Die Entwicklung der Deviseneinnahmen aus dem Holzexport in Indonesien ist Abb. 6 zu entnehmen. In den Jahren 1973 - 1978 stammten die Devisen zu 90 % aus Rundholzexport. Nach 1980 stieg der Devisenanteil aus Schnitt- und Sperrholz rapide an. Wegen der günstigen Exportpreise für Holz in den Jahren 1979 und 1980 (s. Abb. 7; 229 \$ US/m³ f.o.b. für Sperrholz, 214 \$ US/m³ f.o.b. für Schnittholz und 107 \$ US/m³ f.o.b. für Rundholz) floß in diesen Jahren ein Maximum an Devisen aus dem Holzexport nach Indonesien.



Abb. 5: Exportvolumen von Rund-, Schnitt- und Sperrholz Indonesiens.
 (Quelle : Directorate of Forest Products Marketing, Jakarta, Indonesien)

Tab. 11: Nutzholzbilanz Indonesiens, 1976 - 1984

Jahr	Holzeinschlag (x 1000 m ³ Rundholz)	Holzexport (x 1000 m ³ Rundholz)	Inlandsholzverbrauch	
			Insgesamt (x 1000 m ³)	pro Kopf und Jahr (m ³)
1976	21 428	19 069	2 361	0,018
1977	22 245	20 318	1 927	0,014
1978	24 743	20 983	3 760	0,027
1979	29 314	20 811	4 503	0,031
1980	25 190	17 336	7 854	0,053
1981	15 954	10 465	5 489	0,036
1982	13 377	8 597	4 780	0,031
1983	15 209	11 066	4 143	0,026
1984	15 958	11 006	4 952	0,031

Einen Überblick über die Preisentwicklung beim Holzexport gibt Abb. 7. Danach betrugen die Exportpreise 1984: 96 \$ US/m³ f.o.b. für Rundholz, 139 \$ US/m³ f.o.b. für Schnittholz und 216 \$ US/m³ f.o.b. für Sperrholz.

Die Importländer des indonesischen Schnitt- und Sperrholzes waren 1985: Singapur (ca. 17 %), Hongkong (ca. 15 %), USA und Kanada (ca. 15 %), Japan (ca. 9 %), Taiwan (ca. 6 %), Italien (ca. 6 %), Südkorea (ca. 4 %), andere asiatische Länder (ca. 16 %), andere europäische Länder (7 %) und Nahostländer (ca. 5 %).

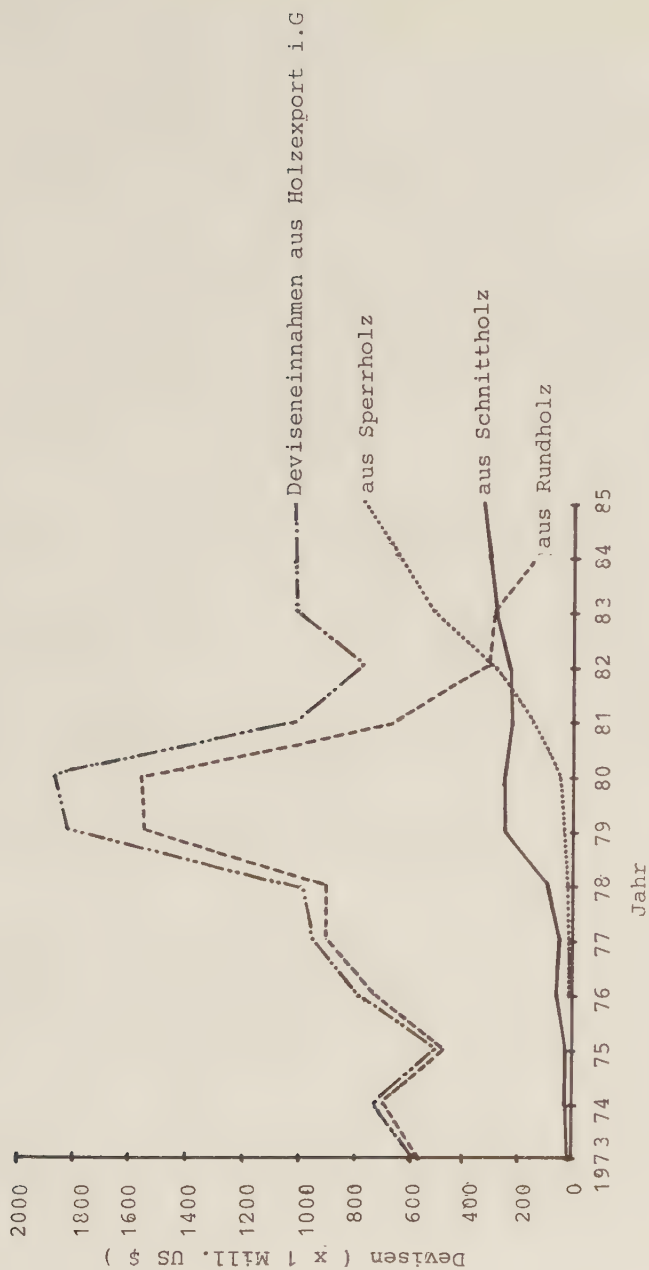


Abb. 6: Die Entwicklung der Deviseneinnahmen aus Holzexport von Indonesien.
 (Quelle : Directorate of Forest Products Marketing, Jakarta, Indonesien).

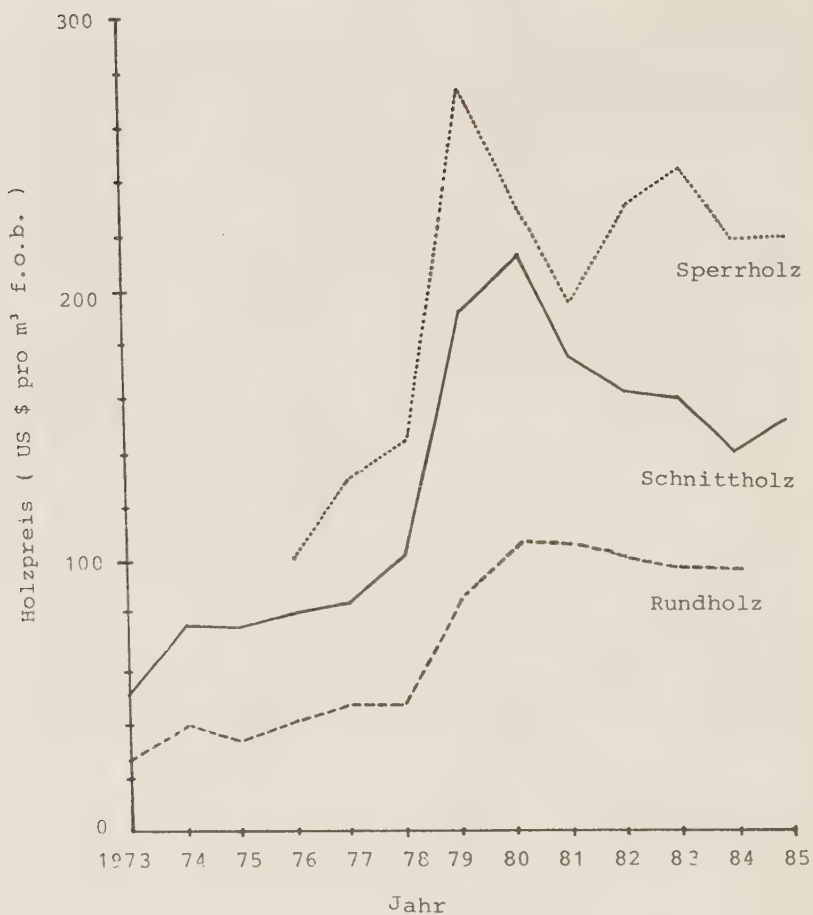


Abb. 7: Die Entwicklung der Holzexportpreise in Indonesien.
 (Quelle : Directorate of Forest Products Marketing,
 Jakarta, Indonesien).

3 DIE TEAKPLANTAGEN AUF JAVA

3.1 ENTWICKLUNG DER TEAK-WIRTSCHAFT

Nach ALTONA (1923) stammen die Teakbäume auf Java aus Indien. Sie wurden um das Jahr 400 n.Chr. von hinduistischen Kaufleuten nach Java eingeführt und dort auf kleinen Flächen angepflanzt. In der Folgezeit und bis zum Sturz des letzten hinduistischen Königreiches "Majapahit" im Jahre 1478 verbreitete sich diese Baumart über ganz Zentral- und Ostjava.

Die ersten holländischen Kaufleute der VOC (Vereenigde Oost Indi-sche Compagnie) erschienen auf Java Ende des 16. Jahrhunderts. 1602 begannen sie die Teakplantagen abzuholzen, was bis 1799 zu weitreichenden Schäden an den Plantagen führte. Zu Beginn des 18. Jahrhunderts befanden sich die Teakplantagen auf Java deshalb überwiegend in schlechtem Zustand. BRASCAMP (1922), der die Bedeutung des Teakholzes zur Zeit der VOC erforschte, schreibt, daß Teakholz hauptsächlich für Schiffsbau, aber auch zum Ausbau von Kellern und Gebäuden, zur Herstellung von Waffen, Möbeln, Kisten und Fässern sowie als Brennholz verwendet wurde und somit einen sehr vielseitig nutzbaren Rohstoff darstellte.

Am 1. März 1796 wurde die VOC in Indonesien aufgelöst, es folgte die holländische Kolonialzeit von 1800 - 1942. Während dieser Periode haben die Niederländer eine nachhaltige Bewirtschaftung der Teakplantagen eingeführt und eine Forstverwaltung auf Java aufgebaut. Im Jahr 1860 erließen sie eine Verordnung (No. 8/1860), die die Teakplantagenfläche in 13 Distrikte einteilte.

Während der japanischen Besatzungszeit 1942 - 1945 und in den ersten Nachkriegsjahren fielen auf Java etwa 400 000 - 500 000 ha Wald, darunter ein hoher Prozentsatz der Teakbestände, der Rodung zum Opfer.

Nach der indonesischen Unabhängigkeit wurde durch die Verordnung Nr. 5/1972 und 2/1978 der Perum Perhutani als staatlicher Forstbetrieb gegründet. Die von ihm bewirtschaftete Waldfläche besteht

aus Zentraljava (Unit I), Ostjava (Unit II) und Westjava (Unit III). Wie in Kap. 2.3 bereits erwähnt wurde, ist Perum Perhutani die für die Bewirtschaftung der Wälder auf Java zuständige Institution.

Die Organisationsstruktur des Perum Perhutani ist aus Abb. 8 ersichtlich.

Im Jahre 1985 beschäftigte Perum Perhutani ca. 390 000 Personen. Diese teilten sich auf

- nach der Qualifikation: Ca. 55 % ungelernte Kräfte, ca. 19 % angelernte Kräfte, ca. 25 % Beschäftigte mittlerer Ausbildung und ca. 1,5 % Fachkräfte mit höherer Qualifikation;
- nach dem Anstellungsverhältnis: ca. 3 % Beamte, ca. 1 % Angestellte, ca. 96 % periodisch beschäftigte Waldarbeiter.

Die Gesamtwaldfläche auf Java beträgt knapp 3 Mio. ha oder 22,60 % der Landfläche dieser Insel. Hiervon entfallen 1 837 280 ha oder 61,5 % auf Produktionswald. Aus Tab. 12 ist die Verteilung der Waldfläche nach Funktionen ersichtlich.

Die Baumartenverteilung im Produktionswald ist derzeit (1985) wie folgt:

- Jati/Teak (<u>tectona grandis</u>)	1 053 712 ha	(57,4 %)
- Pinus (<u>Pinus merkusii</u>)	569 077 ha	(31,0 %)
- Damar (<u>Agathis lorantifolia</u>)	83 288 ha	(4,5 %)
- Sonokeling (<u>Dalbergia latifolia</u>)	24 295 ha	(1,3 %)
- Mahagoni (<u>Swietenia Mahagoni</u> und <u>S. macrophylla</u>)	20 610 ha	(1,1 %)
- Maesopsis	11 924 ha	(0,6 %)
- Kayu Putih (<u>Melaleuca leucadendron</u>)	9 714 ha	(0,6 %)
- andere Holzarten	64 670 ha	(3,5 %).

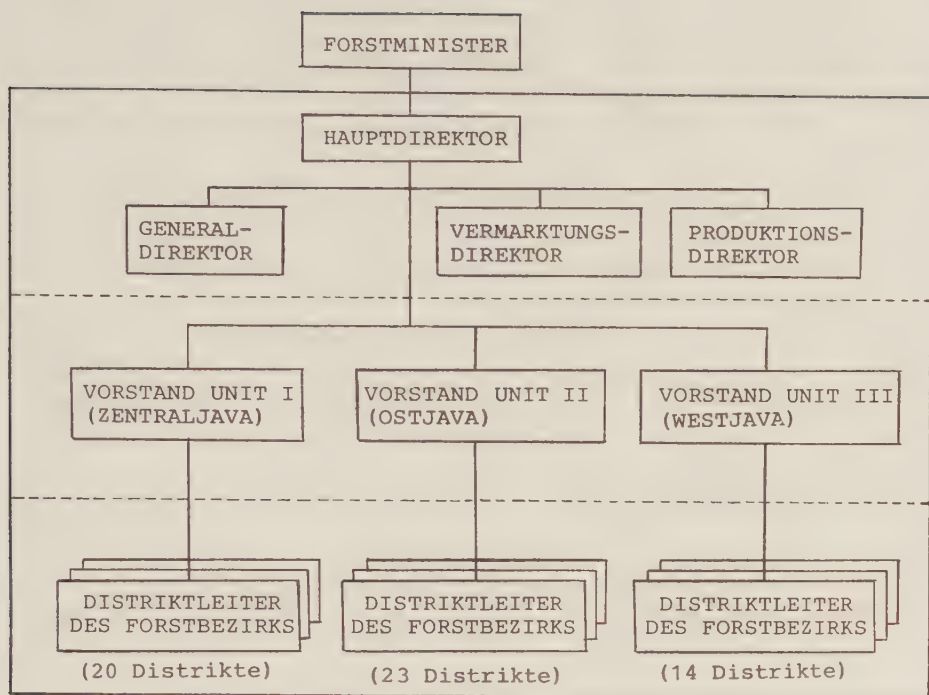


Abb. 8: Die Organisationsstruktur von Perum Perhutani

Tab. 12: Aufteilung der Waldfläche von Java nach Waldfunktionen

Provinz	Gesamtwaldfläche		Holzproduktionswald		Schutzwald		Naturschutz- und Erholungswald	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Westjava	968 100	32,4	385 859	39,8	322 259	33,3	259 991	26,4
Zentraljava	655 681	21,9	579 255	88,3	74 818	11,4	1 608	0,3
Ostjava	1 364 441	45,7	872 166	63,9	334 274	24,5	158 001	11,6
Summe	2 988 22	100,0	1 837 280	61,5	731 243	24,5	419 600	14,0

Quelle: Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien.

Mit einem Flächenanteil von mehr als 57 % ist *Tectona grandis* die dominierende Baumart im Produktionswald. Von der angegebenen Teakwaldfläche werden 579 202 ha (ca. 55 %) von Perum Perhutani bislang nachhaltig in Plantagen bewirtschaftet. Ausführliche Daten über diese Waldfläche sind in Anlage 5, 6 und 7 zu finden.

Der verbleibende Flächenanteil von 474 510 ha (ca. 45 %) befindet sich, obwohl er zum Produktionswald gehört, größtenteils in unproduktivem bzw. schlechtem Zustand und ist nicht erschlossen.

Perum Perhutani ist bemüht, diese bislang unproduktive Waldfläche in den nächsten 10 - 20 Jahren in die nachhaltige Nutzung einzubeziehen.

Abb. 9 zeigt die Altersklassenverteilung der Teak-Plantagen im Jahre 1985 auf Zentral- und Ostjava. Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Umtriebszeit von 60 - 80 Jahren (vgl. Kap. 3.2) ist das Altersklassenverhältnis stark unausgeglichene. Auf 1-30jährige Bestände entfallen rund 70 % der Gesamtfläche. Die Ursachen sind zum einen der allmähliche Wiederaufbau der während des 2. Weltkrieges abgeholzten Plantagen, zum anderen die Neuanlage von Teak-Beständen.

Nach NEGI (1985) sind für das Wachstum von *Tectona grandis* folgende Standortsfaktoren als günstig anzusehen:

- | | |
|-----------------------|---|
| - Klima: | tropisch, |
| - Niederschlagsmenge: | Maximum 5 000 mm,
Minimum 1 000 mm,
Optimum 2 000 mm, |
| - Temperatur: | Maximum 40 Grad Celsius,
Minimum 10 Grad Celsius,
Optimum 25 - 35 Grad Celcius, |
| - Höhenlage: | unter 800 m ü. NN, |
| - Boden: | .pH-Wert 6,5 - 7,5,
.Sandboden,
.gute Drainage. |

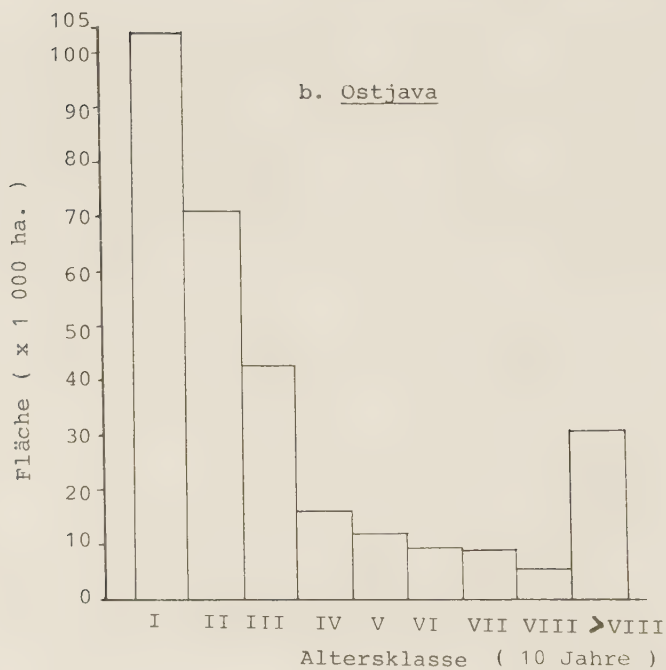
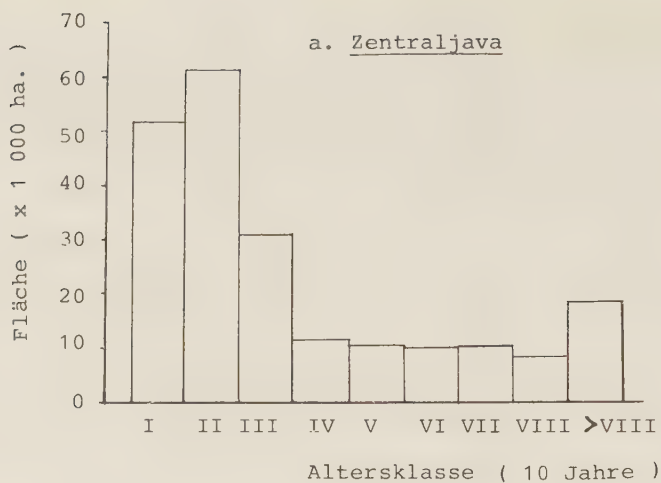


Abb. 9: Altersklassenverteilung der Teakplantagen auf Zentral- und Ostjava, Stand 1985.
(Quelle : Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien).

Vergleicht man diese Werte mit den durchschnittlichen Klimawerten auf Java aus den Jahren 1982 - 1986 (s. Tab. 13) und den Höhenlagen der Waldfläche (s. Tab. 14), so werden die guten Wuchsbedingungen für Teakbäume auf dieser Insel deutlich.

Die Größe der Teakplantagen auf Zentraljava schwankt zwischen 6 600 und 37 000 ha (i.D. 23 100 ha) und auf Ostjava zwischen 3 000 und 49 000 ha (i.D. 22 660 ha).

Tab. 13: Durchschnittliche Klimawerte auf Java, 1982 - 1986

Anzahl der Regentage/Jahr	134
Niederschlagsmenge (mm/Jahr)	2 678
Temperatur (Grad Celsius): Maximum	35,4
Minimum	10,4
im Durchschnitt	24,0
Luftfeuchtigkeit (%)	83,1

Quelle: Badan Meteorologi & Geofisika, Semarang, Zentraljava, Indonesien.

3.2 BEHANDLUNG DER TEAKPLANTAGEN

Die Teakplantagen auf Java werden seit 1871 mit Hilfe meist landloser Kontraktarbeiter im sog. "Tumpangsari sistim" angelegt. Bei diesem System handelt es sich um einen "Kombinierten land- und forstwirtschaftlichen Anbau". Der Kontraktarbeiter übernimmt eine Fläche von ca. 0,25 - 1 ha. Diese wird gründlich gerodet, gepflügt und saattfertig hergerichtet. Danach stellt die Forstverwaltung das Saatgut zur Verfügung. Die Saat wird in einem Verband von 1 m (in der Reihe) auf 3 - 4 m (zwischen den Reihen) ausgebracht; je Pflanzstelle werden 4 Samen gesteckt. Anschließend wird zwischen den Reihen Reis und Mais gepflanzt.

Der Arbeiter darf die Fläche in der Regel während 2 - 3 Vegetationsperioden landwirtschaftlich nutzen. Als Gegenleistung muß er die Teaksämlinge pflegen, für Bodenlockerung Sorge tragen und nach 3 Jahren eine Vereinzellung durchführen, wobei er das anfallende schwache Material (Reisig) als Feuerholz behalten kann.

Tab. 14: Waldfläche auf Java nach Höhenlagen

Provinz	Höhenlagen der Waldfläche ü. NN (ha)			Summe (ha)
	0 - 500 m	500 - 1 000 m	> 1 000 m	
Westjava	481 001	171 555	315 544	968 100
Zentraljava	458 967	102 742	93 972	655 681
Ostjava	818 784	325 519	220 135	1 364 441
Summe	1 758 755	599 816	629 651	2 988 222
Prozent	59 %	20 %	21 %	100 %

Quelle: Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien.

Die Umtriebszeiten der Teakplantagen betragen

- auf Westjava 40 Jahre,
- auf Zentraljava 60 und 80 Jahre,
- auf Ostjava 40 bis 80 Jahre.

Auf Zentral- und Ostjava setzt sich mehr und mehr eine Rotationslänge von 80 Jahren durch.

Über das Oberhöhen- und Durchmesserwachstum der Teakbäume geben die Abb. 10 und 11 Aufschluß. Die Bonität (I - VI) wird auf Grund der 100 höchsten Bäume/ha ermittelt. Man beachte, daß Bonität I den schlechtesten, Bonität VI den besten Standort charakterisiert.

Das Durchforstungsregime in den Teakplantagen ist Tab. 15 zu entnehmen. Die dort angegebenen Entnahmemengen beruhen auf den Werten der Ertragstafel von WOLFF von WULFFING (1932).

Tab. 15: Durchforstungsregime in den Teakplantagen auf Java

Alter (Jahre)	Maßnahme	Derbholzmasse des ausscheidenden Bestandes (fm/ha)					
		I	II	Bonität		V	VI
				III	IV		
5	1. Durchforstung	-	-	-	-	-	-
7	2. Durchforstung	-	-	-	-	30	42
20	3. Durchforstung	-	21	40	72	88	107
30	4. Durchforstung	-	23	34	52	74	87

Für die Gesamtwuchsleistung der Teakplantagen auf Java kann nach WOLFF von WULFFING mit folgenden Größenordnungen gerechnet werden:

Alter Jahre	Gesamtwuchsleistung Derbholz (Vfm/ha)					
	Bonität					
	I	II	III	IV	V	VI
40	104	165	250	385	549	652
60	156	242	354	529	745	880
80	200	305	436	645	903	1 057

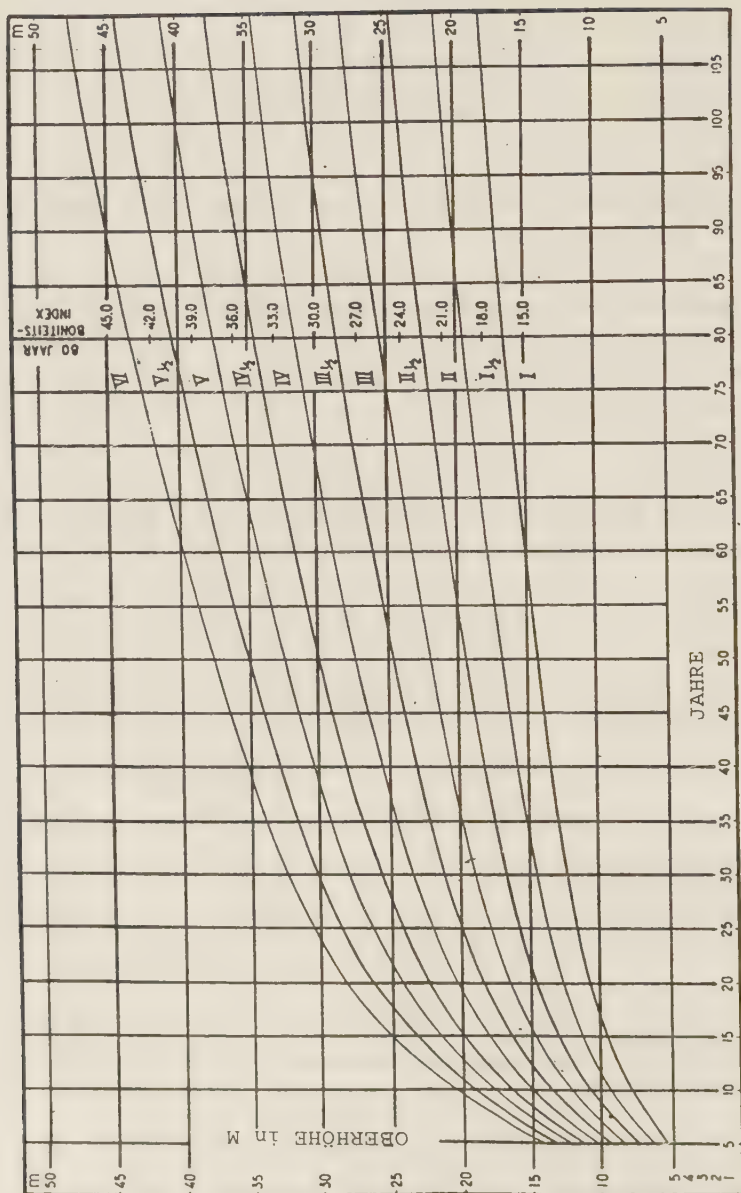


Abb. 10: Bonitätsklassen der Standorte in den Teakplantagen auf Java nach Ertragstafel von WOLFF VON WULFFING (1932)

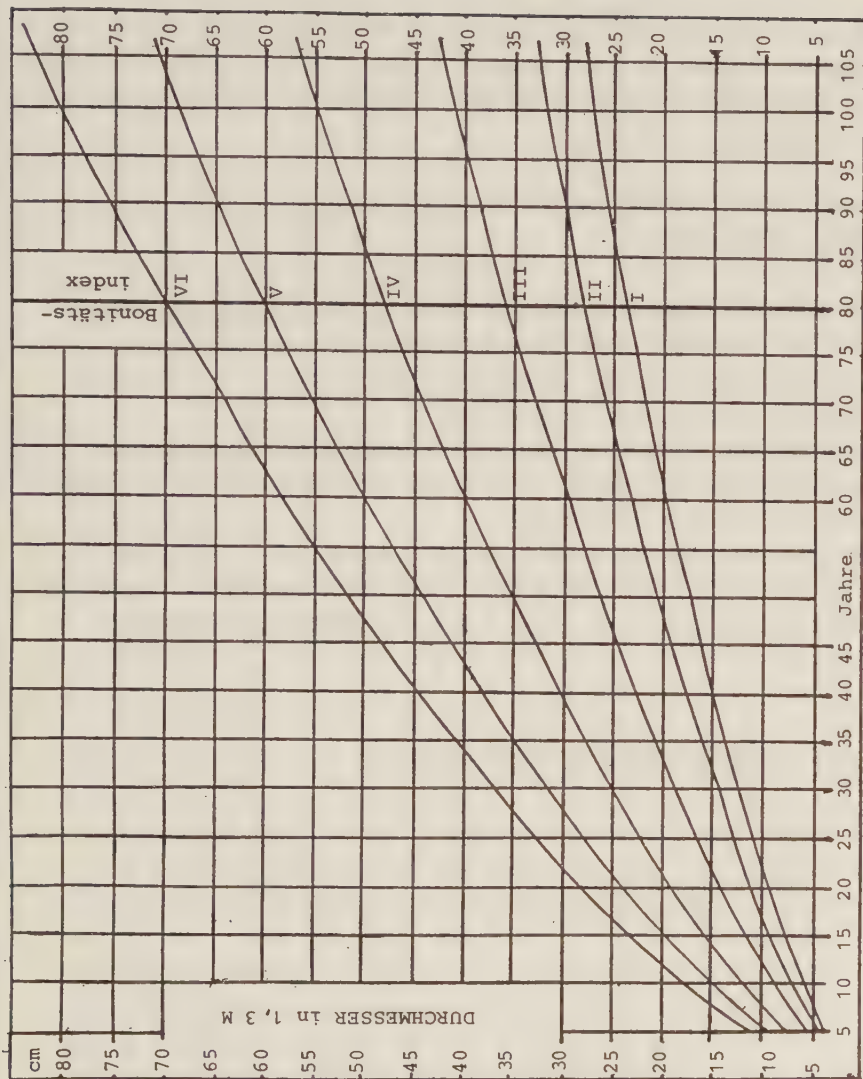


Abb. 11: Durchmesserwachstumskurve von Teakbäume auf verschiedenen Bonitäten auf Java nach Ertragstafel von WOLFF VON WULFFING (1932)

Bei der waldbaulichen Behandlung verfolgt der Perum Perhutani den Kahlschlagbetrieb mit künstlicher Verjüngung.

Holzernte, Holztransport und Walderschließung in Teakplantagen auf Java werden, wie bereits erwähnt, von Perum Perhutani in eigener Regie durchgeführt, Waldkonzessionen gibt es nicht. Mit der sekundären forstlichen Produktion in den Teakplantagen befaßt sich ausführlich Kap. 4.

Die Bewirtschaftung der Teakplantagen stützt sich auf folgende drei Planungsgrundlagen:

- Langfristige Planung ("Rencana Umum"). Sie legt Fernziele für Zeiträume von mehr als 20 Jahren fest, insbesondere hinsichtlich Betriebsform, Umtriebszeit, Alterklassenverteilung und Holzvorrat.
- Mittelfristige Planung ("Rencana Pengaturan Kelestarian Hutan"). Sie überträgt die Fernziele auf den Betriebsablauf im Forsteinrichtungszeitraum (10 Jahre).
- Kurzfristige Planung ("Rencana Teknik Tahunan"). Sie verwirklicht die mittelfristige Planung mit Hilfe der jährlichen Wirtschaftspläne, die die jährlich durchzuführenden Maßnahmen festlegen.

3.3 AUFWAND UND ERTRAG IN TEAKPLANTAGEN

Teakplantagen sind reine Holzproduktionsbetriebe. Der Ertrag stammt nahezu ausschließlich aus dem Verkauf von Rohholz und ist folglich eine Funktion des Holzeinschlags und der Holzpreise.

Die Entwicklung des Einschlags in den Teakplantagen auf Java getrennt nach Stammholz (in Festmetern) und Schichtholz (in Raummeter) ist in den Spalten 2 und 3 der Tab. 16 dargestellt. Ergänzend zeigt Abb. 12 die Veränderung des jährlich verkauften Teakvolumens. Einschlags- und Verkaufsmengen können praktisch gleichgesetzt werden.

Tabelle 16. Entwicklung von Holzeinschlag, Ertrag, Aufwand und Gewinn bzw. Verlust der Teakplantagen auf Java im Zeitraum 1973-1984

Jahr	Holzeinschlag		Ertrag		Aufwand		Gewinn bzw. Verlust	
	Stammholz (m ³)	Schichtholz ¹⁾ (rm)	Stammholz (* Mill.Rp)	Schichtholz (* Mill.Rp)	Insgesamt (* Mill.Rp)	je m ³ (Rp/m ³)	Insgesamt (* Mill.Rp)	je m ³ (Rp/m ³)
1	2	3	4	5	7	8	9	10
1973	544 285	304 339	12 763	270	9 484	12 423	3 549	4 649
1974	544 506	326 836	16 858	401	15 322	19 647	1 937	2 484
1975	523 165	318 069	18 257	429	19 279	25 631	- 593	- 789
1976	572 864	366 606	19 216	479	18 493	22 099	1 202	1 436
1977	565 755	217 803	24 766	287	22 264	30 812	2 789	3 860
1978	517 950	171 748	28 744	366	26 207	42 640	2 903	4 723
1979	557 550	193 974	43 947	476	37 198	53 352	7 225	10 363
1980	614 649	217 794	62 723	705	49 319	63 929	14 109	18 289
1981	576 288	177 963	65 837	613	62 083	88 133	4 367	6 199
1982	690 788	227 858	68 327	774	67 358	78 796	1 742	2 083
1983	716 384	200 370	85 217	707	71 824	83 483	14 154	16 446
1984	758 239	237 184	97 524	1 089	85 811	92 368	12 802	13 780

1) Nach Directorate General of Forest Utilization, Jakarta, Indonesien : 1 rm = 1 stere = 0,72 m³
m³ = Fm

Quelle : Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien

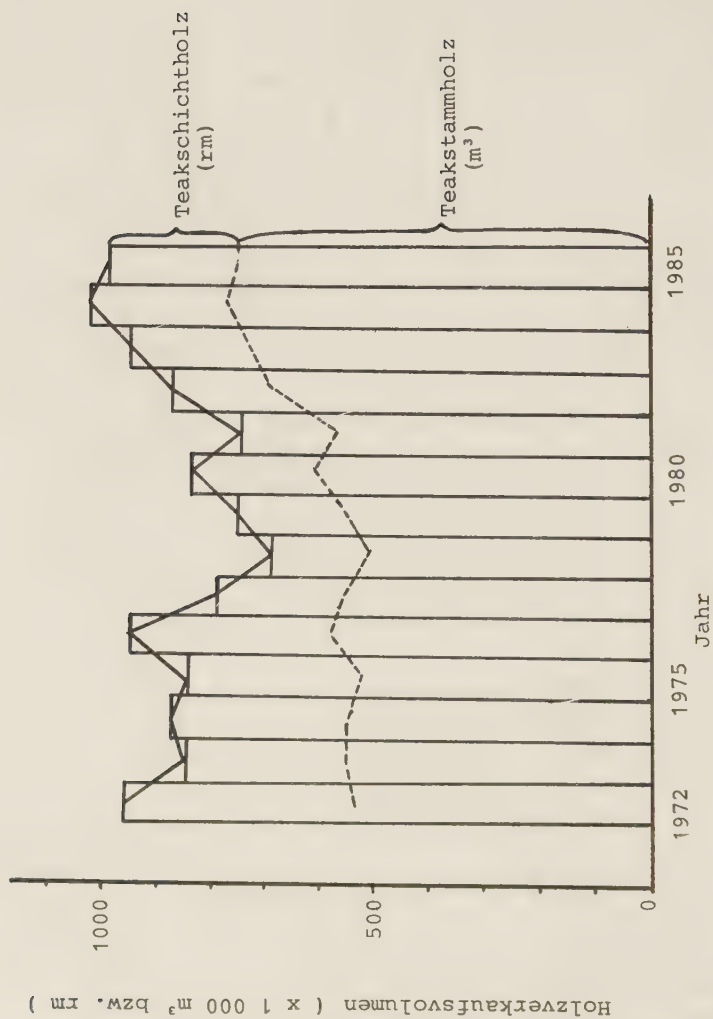


Abb. 12: Entwicklung des Verkaufsvolumens an Teakholz auf Java, 1972 - 1985.
(Quelle : Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien).

Der Stammholzeinschlag weist eine deutlich steigende, der Schichtholzanfall eine leicht sinkende Tendenz auf. Dies ist auf die Altersklassenstruktur der Plantagen zurückzuführen: Der Anteil der älteren Durchforstungs- und der Endnutzungsbestände nimmt zu. Im Durchschnitt der letzten Jahre betrugen der Stammholzanteil etwa 75 - 80 %, das Schichtholzprozent ca. 20 - 25.

Über die Aufteilung des Gesamteinschlags nach Vornutzung und Endnutzung gibt es leider keine zuverlässigen statistischen Angaben. Die Planung von Perum Perhutani beschränkt sich auf die Endnutzung (vgl. hierzu Abb. 13 und 14). Nach Schätzungen stammen derzeit etwa 60 - 65 % des jährlichen Teakholzaufkommens aus Endnutzungen, d.h. aus Kahlschlägen.

Bezogen auf die gesamte Teakplantagenfläche von Java beläuft sich der Holzeinschlag wegen des hohen Anteils jüngerer Bestände derzeit nur auf etwa 3 - 3,5 fm/ha und Jahr. Bei ausgeglichenem Altersklassenverhältnis und Umtriebszeiten von 60 - 80 Jahren kann im gewogenen Durchschnitt aller Bonitäten mit Werten in der Größenordnung von etwa 4,5 - 5 fm/ha und Jahr gerechnet werden.

Die durchschnittliche Endnutzungsmasse liegt derzeit bei etwa 100 fm/ha. Dieser sehr niedrige Wert ist darauf zurückzuführen, daß die zur Endnutzung anstehenden Altbestände während des 2. Weltkrieges stark verlichtet wurden. Nach der Ertragstafel könnte für mittlere Bonitäten und für Umtriebszeiten um 80 Jahre mit einer Abtriebsmasse von etwa 350 fm/ha gerechnet werden.

Die Teakplantagen auf Java sind, gesamthaft gesehen, ein Aufbau-betrieb, der erst in einigen Jahrzehnten ein in jeder Hinsicht normales Niveau erreichen wird.

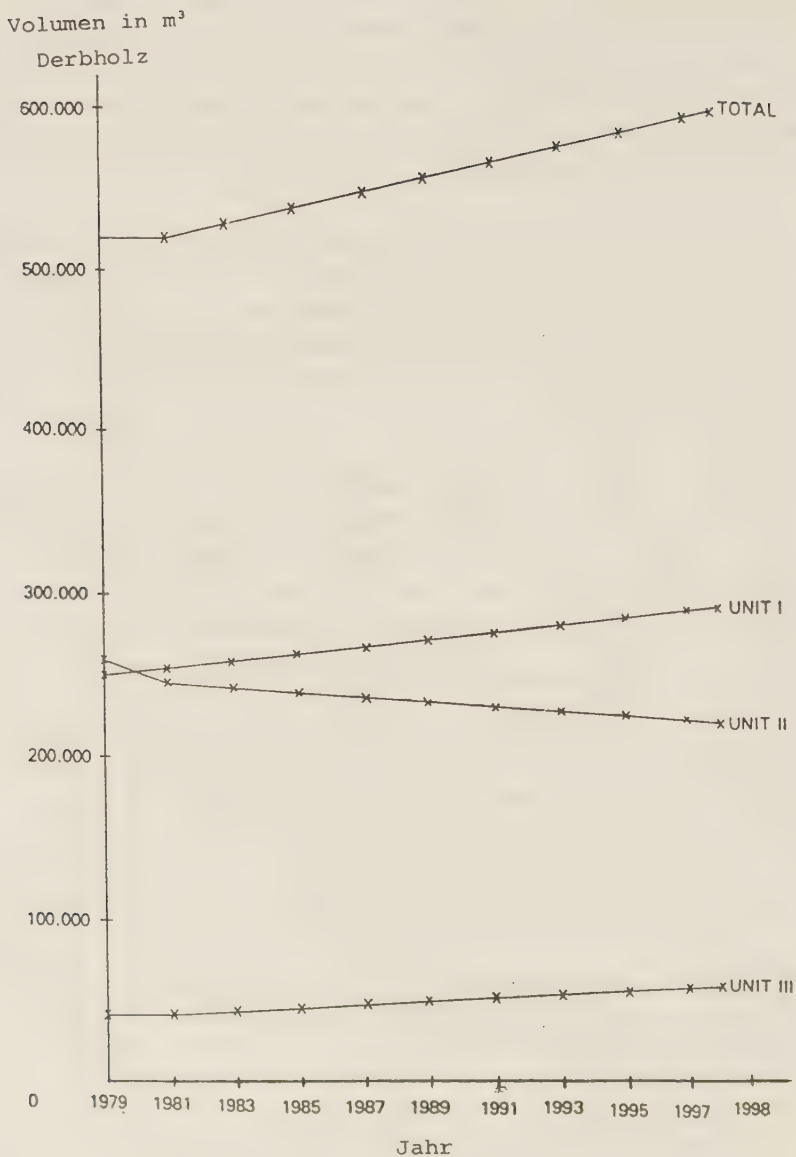


Abb. 13: Die jährliche Planung des Endnutzungsvolumens in den Teakplantagen auf Java, 1979 - 1998.

(Quelle : Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien).

Endnutzungsfläche
in ha.

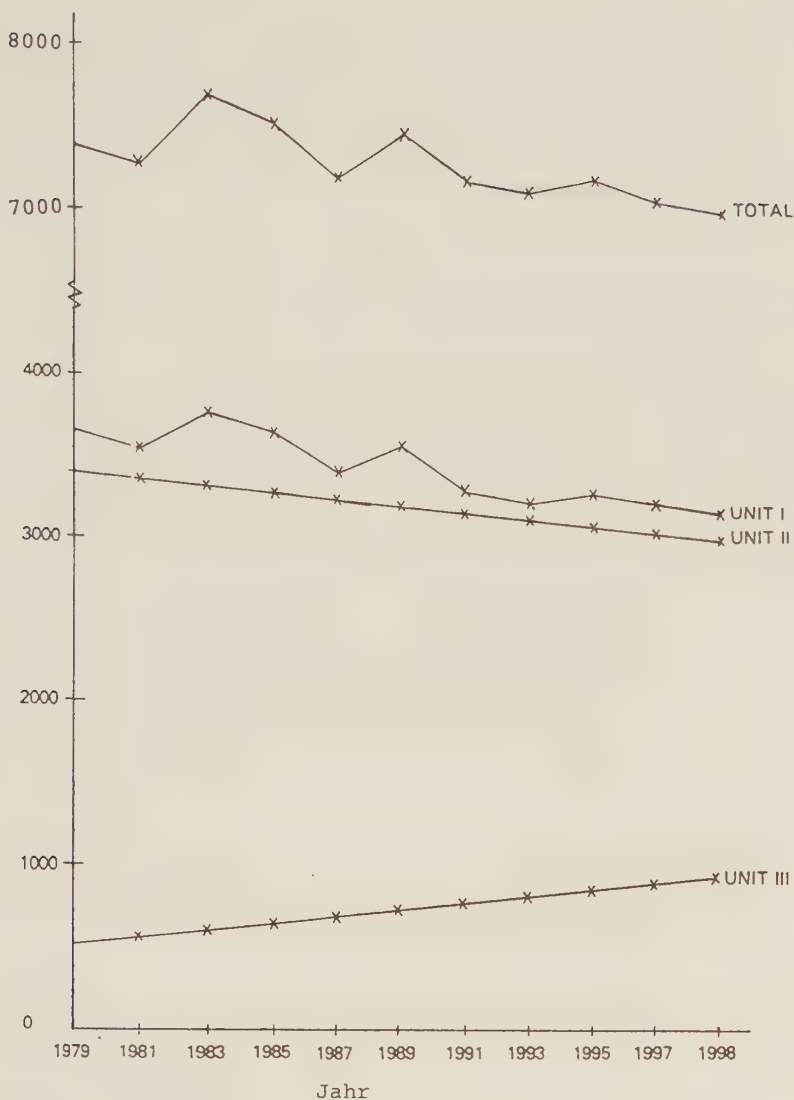


Abb. 14: Die jährliche Planung der Endnutzungsfläche in den Teakplantagen auf Java, 1979 - 1998.

(Quelle : Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien).

Teakstämme werden auf Java in folgende Holzsorten ausgeformt
(Durchmesser = Mittendurchmesser):

- Stammholz :

- . Sortiment AI : Durchmesser 4 - 19 cm, Länge mehr als 1 m,
- . Sortiment AII : Durchmesser 20 - 29 cm, Länge mehr als 1 m,
- . Sortiment AIII : Durchmesser > 30 cm, Länge mehr als 1 m,

- Schichtholz (Brennholz).

Der Holzverkauf findet auf zentralen Holzlagerplätzen statt. Man unterscheidet :

- Große Versteigerung: Das ist ein öffentlicher Verkauf, der nur zu bestimmten Zeiten in großen Holzverbrauchscentren stattfindet. Sie wird von Auktionsvorstehern durchgeführt.
- Kleine Versteigerung: Das ist ein öffentlicher Verkauf, der in den einzelnen Forstbezirken vom Distriktsleiter des jeweiligen Forstbezirks durchgeführt wird. Teilnehmer an dieser Versteigerung sind nur kleine Betriebe und Kaufleute. Große Betriebe und Großaufkäufer sind zu kleinen Versteigerungen nicht zugelassen.
- Freihandverkauf: Das ist ein nicht öffentlicher Verkauf, der auf Grund von vertraglichen Abmachungen nur mit bestimmten Institutionen, z.B. der Bundesbahn, und kleinen Holzindustriebetrieben erlaubt ist und bei dem ein pauschaler Nachlass von 10 % auf die jeweiligen Marktpreise gewährt wird.
- Kontrakt: Das ist eine besondere Form des Freihandverkaufs für Bestellungen aus dem Ausland und für längerfristige Lieferungen an große Holzindustriebetriebe, wobei neben Preisen und Mengen auch Lieferfristen verbindlich vereinbart werden.

Die Erträge aus dem Teakholzverkauf wurden im Zeitraum 1973 - 1985 zu 81 % aus großen und kleinen Versteigerungen, zu 16 % aus Kontrakten und zu 3 % aus Freihandverkauf erzielt.

Die Entwicklung der Teakholzpreise auf Java in den Jahren 1973 - 1986 ist Tab. 17 zu entnehmen. Nach einem kurzem Einbruch in den Jahren 1981 und vor allem 1982 stiegen die Preise wieder kräftig an.

Tab. 17: Entwicklung der Teakholzpreise auf Java, 1973 - 1986

Jahr	Stammholz (Rp/m ³)			Schichtholz (Rp/rm)
	Sortiment AI	Sortiment AII	Sortiment AIII	
1973	9 539	15 893	24 207	889
1974	9 522	16 558	26 406	1 227
1975	10 259	16 716	24 205	1 350
1976	10 061	15 638	24 283	1 308
1977	17 179	30 532	47 393	1 317
1978	18 406	34 520	50 135	2 134
1979	22 944	44 821	65 194	2 457
1980	33 939	68 860	104 128	3 239
1981	32 153	58 009	95 303	3 446
1982	30 378	55 194	91 195	3 397
1983	32 323	54 939	100 365	3 528
1984	39 092	73 450	125 610	4 592
1985	43 477	87 500	137 945	-
1986	51 284	111 597	168 672	-

Quelle: Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien.

Bemerkenswert sind die Preisrelationen zwischen den Stammholzsorten : Im Durchschnitt der letzten Jahre verhielten sich Stammholz AI zu Stammholz AII zu Stammholz AIII wie etwa 1 zu 2 zu 3. Die Preiszunahme vom schwachen zum starken Stamm ist demnach beträchtlich.

Gleichfalls im Durchschnitt der letzten Jahre verteilte sich der Gesamteinschlag auf die Holzsorten wie folgt :

- Schichtholz	rd. 23 %,
- Stammholz AI	rd. 6 %,
- Stammholz AII	rd. 14 %,
- Stammholz AIII	rd. 57 %.

In Tab. 16 Spalte 4 und 5 sind jahrweise die Erträge je für Stamm- und Schichtholz ausgewiesen. Spalte 6 derselben Tabelle enthält die Erlöse je Festmeter i.D. des Gesamteinschlags bzw. Gesamtverkaufs je Jahr.

Der Aufwand für die Bewirtschaftung der Teakplantagen insgesamt je Jahr und i.D. je Festmeter kann Tab. 16 Spalte 7 und 8 entnommen werden. Die nach Kostenstellen und Kostenarten differenzierte Statistik bzw. Betriebsabrechnung ist Außenstehenden nicht zugänglich. Zuverlässigen Angaben zufolge verteilt sich im längerfristigen Durchschnitt der Gesamtaufwand auf Kostenstellen wie folgt:

- Biologische Produktion	14,1 %
. Bestandesbegründung	6,7 %
. Bestandespflege	2,7 %
. Forstschutz	4,7 %
- Technische Produktion	31,6 %
. Walderschließung	5,0 %
. Hozernte	26,6 %
- Verwaltung	48,0 %
- Sonstige Kostenstellen	6,3 %.

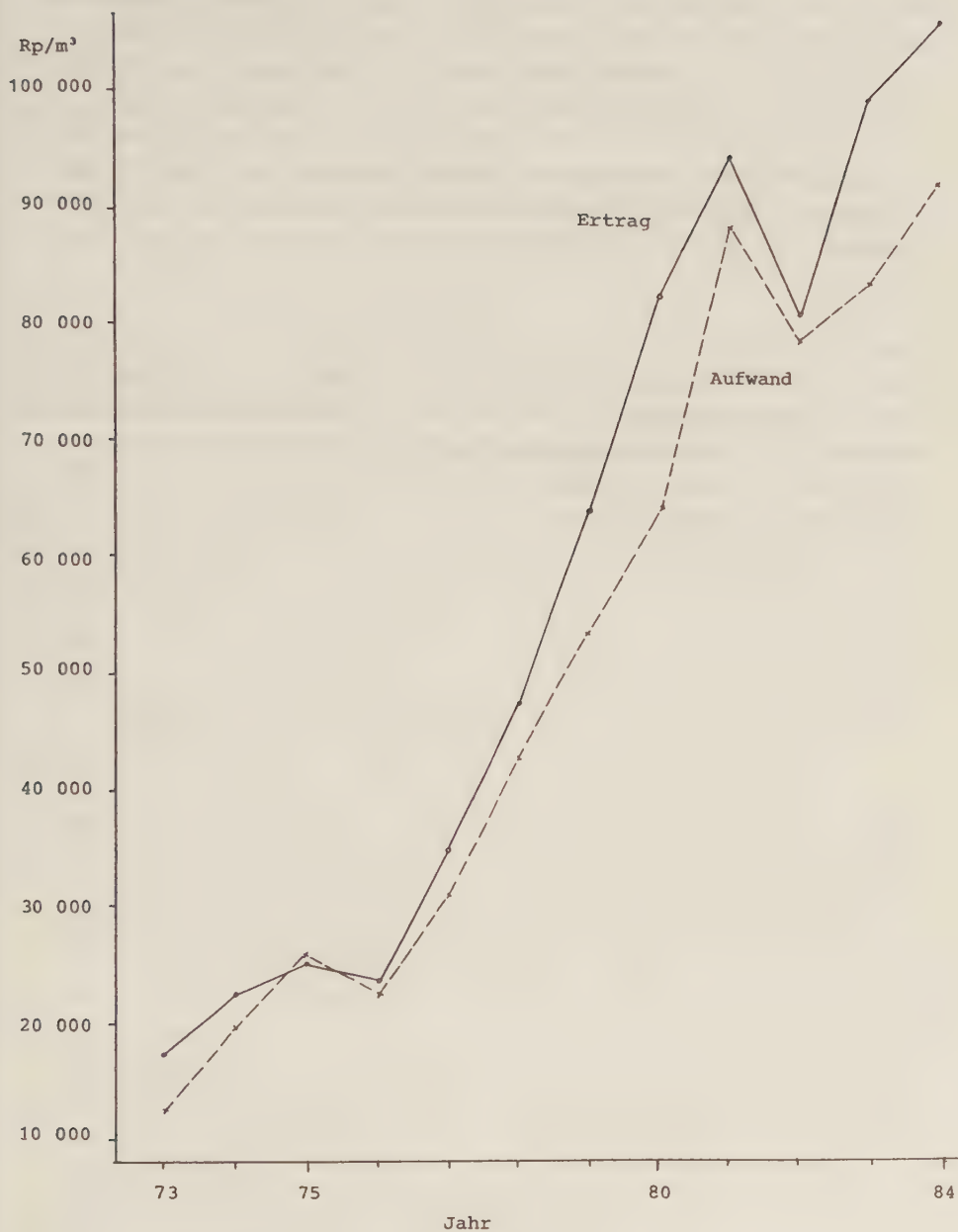


Abb. 15: Entwicklung von Aufwand und Ertrag der Teakplantagen auf Java i.D. je Festmeter Einschlag.

Stellt man, wie in Abb. 15 geschehen, die Entwicklung von Ertrag und Aufwand je Festmeter Einschlag einander gegenüber, dann fallen zum einen der nur bescheidene Gewinn und zum anderen der weitgehend synchrone Verlauf beider Kurven auf. Letzteres kann nur damit erklärt werden, daß es Perum Perhutani bislang offensichtlich gelungen ist, die Entwicklung der Kosten jener der Erträge anzupassen. Dieses wiederum erscheint nur möglich bzw. ist nur plausibel, wenn ein sehr hoher Anteil der Kosten variablen Charakter besitzt.

Angesichts des vergleichsweise kleinen Gewinns und des relativ hohen Anteils der Kosten der technischen Produktion am gesamten Aufwand ist es verständlich, daß der Frage, wie Walderschließung und Holzernte in den Teakplantagen künftig rationeller gestaltet werden könnten, große Bedeutung zukommt.

4 ERSCHLIEßUNG, HOLZERNTEN UND HOLZTRANSPORT IN DEN TEAKPLANTAGEN GEGENWÄRTIGER STAND

4.1 ERSCHLIEßUNG

Auch in den Teakplantagen auf Java ist heute der Weg bzw. die Waldstraße das wichtigste Erschließungsmittel. Daneben spielt die Waldeisenbahn noch eine gewisse, in jüngerer Zeit jedoch rückläufige Rolle.

4.1.1 Wegeklassifizierung

Als Planungsgrundlage für künftige Erschließungsmaßnahmen in den Teakplantagen haben OKA und WIDARMANA (1972) die in Tab. 18 wiedergegebene Klassifikation forstwirtschaftlicher Fahrwege konzipiert. Abhängig vom jährlichen Holztransportvolumen werden die Wegeklassen A, B und C unterschieden. Der durch die im Wege- und Straßenbau üblichen technischen Merkmale charakterisierte Ausbaustandard sinkt von A nach C.

Diese Wegeklassen werden nach der Steigung in Transportrichtung (im beladenen Zustand) und nach dem minimalen Kurvenradius weiter unterteilt in je drei Kategorien I, II und III (Tab. 19).

In der Praxis der Erschließung der Teakbestände hat Perum Perhutani bislang nur die Klasse und Kategorie C III, also den einfachsten und billigsten Baustandard realisiert. Diese Fahrwege weisen, in teilweiser Abweichung von den Angaben in Tab. 20, im allgemeinen folgende technische Merkmale auf:

- Fahrbahnbreite	2,5 m,
- Bankettbreite	0,5 m,
- Minimaler Kurvenradius	25,0 m,
- Maximales Gefälle in Kurven	5,0 %,
- Maximale Steigung	20,0 %,
- Dicke der Befestigung (Tragschicht)	20,0 cm.

Tab. 18: Die Klassifikation forstwirtschaftlicher Fahrwege in den Teakplantagen auf Java (nach OKA und WIDARMANA, 1972)

Wege- klasse	Summe des jährlichen Holztransport- volumens (m ³)	Funktion der Wege	Technische Merkmale
A	> 30 000	Hauptwege	a. Fahrgeschwindigkeit: 50 km/std. b. Minimaler Kurvenradius: 65 m c. Maximale Steigung: 2 % d. Maximales Gefälle: 5 % e. Fahrbahnbreite: 5,50 m f. Kronenbreite: 7,00 m g. Fahrbahnverbreiterung in der Kurve: 1,30 m
B	10 000 - 30 000	Zubringerwege	a. Fahrgeschwindigkeit: 40 km/std. b. Minimaler Kurvenradius: 65 m c. Maximale Steigung: 6 % d. Maximales Gefälle: 10 % e. Fahrbahnbreite: 3,50 m f. Kronenbreite: 5,00 m g. Fahrbahnverbreiterung in der Kurve: 1,60 m
C	< 10 000	Zubringerwege	a. Fahrgeschwindigkeit: 25 km/std. b. Minimaler Kurvenradius: 16 m c. Maximale Steigung: 8 % d. Maximales Gefälle: 12 % e. Fahrbahnbreite: 3,50 m f. Kronenbreite: 4,50 m g. Fahrbahnverbreiterung in der Kurve: 1,80 m

Quelle: Abteilung für Walderschließung, Perum Perhutani Unit I, Salatiga, Zentraljava, Indonesien.

Tab. 19: Die Spezifikation der Waldwegeklassen und Kurvenradien in den Teakplantagen auf Java

[illegible]

Quelle: Abteilung für Walderschließung, Perum Perhutani Unit I, Salatiga, Zentraljava, Indonesien

Sie sind also hinsichtlich mancher Merkmale noch primitiver ausgelegt als dies für C III an sich vorgesehen ist. Die Tragschichtdicke von durchschnittlich 20 cm bei befestigten Wegen geht auf Erfahrungen in der Praxis zurück. Die in Europa und in Nordamerika entwickelten Methoden zur Dimensionierung der Befestigungsschichten forstlicher Fahrwege sind in Indonesien nicht bekannt.

Neben den Fahrwegen mit vollständig befestigter Fahrbahn, auch als Hauptfahrwege bezeichnet, gibt es (vgl. Abb. 16)

- nur in den Fahrspuren befestigte Wege (= Spurwege) mit Zubringerfunktion,
- unbefestigte, mehr oder minder nur als Rohplanum hergestellte Wege, gleichfalls mit Zubringerfunktion,
- unbefestigte Rückewege, ohne oder mit nur geringen Erdmassenbewegungen hergestellt.

Tab. 20 vermittelt einen Überblick über die Wegearten (ohne Rückewege). Eingeschlossen sind die auch dem öffentlichen Verkehr dienenden Straßen von Perum Perhutani sowie die allgemeinen öffentlichen Straßen.

4.1.2 Waldeisenbahn

Nach JUTA (1954) wurde die erste Waldeisenbahn in den Teakplantagen auf Java im Jahre 1875 gebaut. Die Waggonen werden bis heute durch menschliche Kraft bewegt (i.d.R. 4 - 6 Mann) (vgl. Abb. 17). Mechanische Zugmittel, d.h. Lokomotiven kamen nur im Cepu- und Bajonegro-Distrikt zum Transport des Teakholzes zur Schnittholzfabrik von Perum Perhutani zum Einsatz.

Die Waldbahnen dienen zum Transport des Rundholzes von den "fliegenden" Lagerplätzen in den Plantagen zum zentralen Holzlagerplatz und bilden folglich die Alternative zum Fahrweg.



Abb. 16: Die Waldwege in den Teakplantagen auf Java
 (oben : Unbefestigte Waldwege; Mitte : Spurwege;
 unten : Befestigte Waldwege).



Abb. 17: Waldeisenbahntransport in den Teakplantagen auf Java

Tab. 20: Übersicht über Wege und Straßen und deren technische Merkmale in den Teakplantagen auf Java

Merkmale	Unbefestigte Waldwege	Spur- wege	Befestigte Waldwege (Haupt- fahrwege)	Öffentliche Verkehrs- straßen von Perum Perhutani	allgemeine öffentliche Verkehrsstraßen
Benutzung durch Straßenklasse	LKW -	LKW IIIC	LKW IIIC	LKW II	LKW I
Kronenbreite	3,5 m	3,5 m	3,5 m	5 - 6 m	7 m
Maximale Längsneigung	-	-	-	20 %	15 %
Anzahl der Fahrspuren	1	1	1	2	2
Befestigung (Trag- und Deckschichten)	keine	schwach	schwach	stark (Decke 20 cm)	stark (Decke 20 cm)
Benutzbarkeit	nur in der Trockenzeit	permanent	permanent	permanent	permanent

Die wichtigsten technischen Merkmale der Waldeisenbahn sind wie folgt :

- Trassenbreite	3 - 4 m,
- Böschungsverhältnis	1 : 1,5 bis 1 : 2,
- Spurweite	1,067 m, 1,000 m 0,750 m und 0,60 m,
- Schwellen	1600 Holzschwellen (Abmessungen 125x12x18 cm) pro km,
- Schienengewicht	9 kg/lfm,
- Maximale Steigung	3 %,
- Maximales Gefälle	5 %.

Die Trassierung von Waldeisenbahnen stellt sehr hohe Anforderungen an Planung und Bauausführung. Im steilen Gelände sind mit Rücksicht auf die zulässigen Neigungswerte aufwendige und kostspielige Trassenführungen mit oft langen und hohen Brücken notwendig. Dieser gewichtige Nachteil gegenüber den Waldwegen, ferner die geringere Reichweite und nicht zuletzt die Tatsache, daß Waldbahnen nur dem Holztransport dienen und keinen Beitrag zur allgemeinen Erschließung eines Gebietes leisten, hat dazu geführt, daß seit etwa 10 Jahren keine neuen Schienenwege mehr angelegt werden.

4.1.3 Wegedichte und Transportentfernungen

Die wichtigsten Kennzahlen zur technischen Charakterisierung der Erschließung eines Waldgebietes mit Wegen sind die Wegedichte (WD) und die mittlere Transport- bzw. Rückeentfernung (RE). Daneben werden gelegentlich auch das Erschließungsprozent und der mittlere Wegeabstand dargestellt.

Entwicklung und Stand der Wegedichte (= Dichte an Fahrwegen je ha Holzbodenfläche) in den Teakplantagen auf Java ist aus Abb. 18 ersichtlich. Die nachfolgende zahlenmäßige Übersicht ergänzt Abb.18:

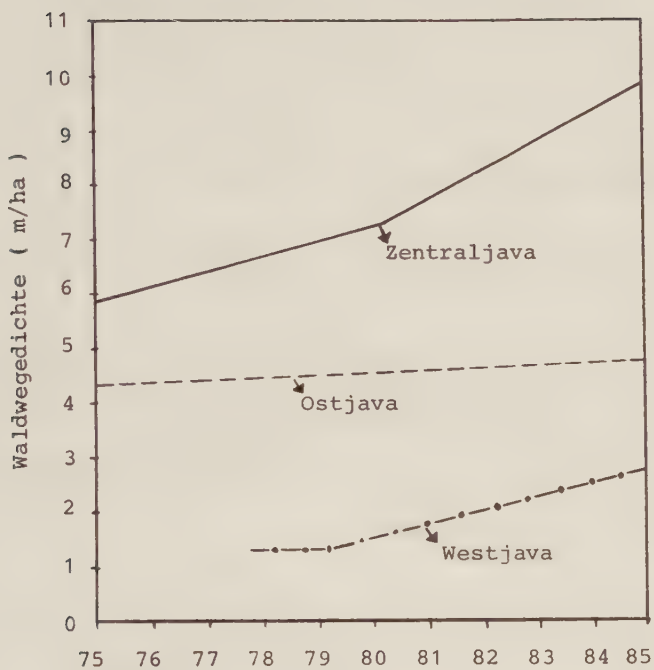


Abb. 18: Die Entwicklung der Fahrwegedichte in den Teakplantagen auf Java.

Fahrwege *)		Waldeisenbahnen	
1975	1985	1975	1985
Laufmeter je Hektar			

Zentraljava	6,05	10,23	4,31	4,87
Ostjava	4,39	4,88	1,44	1,02
Westjava	-	2,50	-	0,12

*) einschl. Spurwege und unbefestigte Fahrwege

Nach Wegekategorien differenzierte Angaben für 13 Distrikte auf Zentraljava finden sich in Anlage 8.

Zum Vergleich gibt Tab. 21 einen Überblick über die Erschließungssituation in einigen anderen Ländern der Erde. Danach liegt die Wegedichte in den Teakplantagen im unteren Bereich des Spektrums. Die Frage, welche Wegedichte unter den Verhältnissen auf Java als optimal und damit als erstrebenswert zu betrachten ist, wird in einem späteren Kapitel behandelt.

Die tatsächliche mittlere Rückeentfernung (RE_t), das ist die im praktischen Fall auftretende durchschnittliche Distanz zwischen Bestand bzw. Hiebsort und Fahrweg bzw. fliegendem Lagerplatz, kann ermittelt werden :

- Entweder direkt mittels eines Stichprobenverfahrens, indem auf der topographischen Karte die Rückeentfernung von vielen Stichprobenpunkten zum Fahrweg abgegriffen wird;
- oder aufgrund der Beziehung

$$RE_t = \frac{k_g \times 2500}{WD} \text{ m.}$$

k_g ist der sog. Gesamtkorrekturfaktor. Zu seiner Herleitung und auch zur Erläuterung obiger Formel sei auf DIETZ et al. (1984) sowie auf LÖFFLER und DÜRRSTEIN (1985) verwiesen.

Üblicherweise bedient man sich der zweitgenannten Methode. Sie setzt allerdings die Kenntnis des im konkreten Fall zutreffenden k_g - Wertes voraus.

Tab. 21: Die Wegedichte in verschiedenen Ländern

No.	Land	Wegedichte (m/ha)	
		Stand	Ziel
1.	Schweden: - Nordschweden (1980) - Mittelschweden - Südschweden	7,1 12,0 20,8	
2.	Norwegen (1975)	9	15
3.	CSSR (1982)		15 - 20
4.	Rumänien, Bergwälder		15 - 25
5.	Österreich: - Kleinwald (1980) - Größere Betriebe - ÖBF	38 31 23	40 - 50 30 - 40 25 - 30
6.	Schweiz, Graubünden (1982)	10 - 12	20 - 25
7.	Italien, Trient-Oberetsch (1984)	22	27 - 28
8.	Jugoslawien, Slowenien (1982)	13,2	25 - 30
7.	Frankreich: - Flachland, Mittelgebirge - Hochgebirge		30 - 40 ca. 25
8.	Griechenland (1979)	4,7	10 - 20
9.	Deutschland, Staatswald (1980): - Niedersachsen - Hessen - Baden-Württemberg - Bayern, Flachland - Bayern, Gebirge	23 34 46 31 17	ca. 35 ca. 35 ca. 20
10.	Japan, Bergwälder (1980)	10	18 - 20
11.	Südafrika, Plantagen (1983)	40 - 90	
12.	Pakistan, Bergwälder (1985)	2,9	

Quelle: LÖFFLER, Vorlesung, Forstwissenschaftliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, München, 1988.

Für die Teakplantagen auf Java haben sich ARIFIN und SUPARTO (1980) mit der Größenordnung des Gesamtkorrekturfaktors und seiner Abhängigkeit insbesondere von Topographie und Erschließungsdichte bzw. Erschließungsprozent befaßt. Die im vorliegenden Zusammenhang wichtigsten Ergebnisse sind in Tab. 22 wiedergegeben.

Danach können für die einzelnen Hangneigungen folgende Rahmen- und Mittelwerte unterstellt werden:

Hangneigung	Rahmen k_g	Durchschnitt k_g
0° - 5°	1,454 - 2,327	1,89
5° - 15°	1,535 - 2,456	2,00
> 15°	1,850 - 2,960	2,40

Die FAO (1974 b) empfiehlt, zur Abschätzung der mittleren Rückentfernung mit Hilfe der Wegedichte folgende Gesamtkorrekturfaktoren zu verwenden:

- Flach- und Hügelland	1,6 - 2
- Mittelgebirge	2 - 2,8
- Gebirge steil	2,8 - 3,6
- Gebirge sehr steil	> 3,6

Weitere Informationen über die Größenordnung des Gesamtkorrekturfaktors (sowie über seine hier nicht interessierenden Komponenten, den sog. Netz- und den sog. Rückedistanzkorrekturfaktor) liefern einschlägige Untersuchungen in mehreren Ländern, so z.B.:

	k_g
- v. SEGEBADEN (1964), Schweden, einfaches Gelände	1,75
- BACKMUND (1966), Süddeutschland, Hügelland und Mittelgebirge	1,95
- SAMSET (1975), Norwegen, Gebirge	2,46 - 3,30
- ABEGG (1978), Schweiz, Hügelland	1,80

Tab. 22: Gesamtkorrekturfaktoren in den Teakplantagen auf Java

Erschließungsprozent ¹⁾ (%)	Hangneigung (Grad)	Gesamtkorrekturfaktor
50	0 - 5	2,327
	5 - 15	2,456
	> 15	2,960
60	0 - 5	1,943
	5 - 15	2,051
	> 15	2,472
70	0 - 5	1,664
	5 - 15	1,756
	> 15	2,116
80	0 - 5	1,454
	5 - 15	1,535
	> 15	1,850

1) nach BACKMUND (1966)

Quelle: ARIFIN und SUPARTO (1980)

Die für die Teakplantagen gefundenen Korrekturfaktoren ordnen sich also plausibel in das Wertespektrum der FAO und der übrigen, vorstehend zitierten Autoren ein.

Zur Herleitung der tatsächlichen mittleren Ruckeentfernung (RE_t) aus der Wegedichte (vollständig befestigte Fahrwege, Spurwege und unbefestigte Fahrwege) werden nachfolgend k_w -Werte zwischen 1,8 und 2,4 unterstellt. Man erhält sodann für die Plantagen auf

- Zentraljava i. D. 400 m,
- Ostjava i. D. 800 m,
- Westjava i. D. 2 000 m.

Die Ruckeentfernungen variieren selbstverständlich von Distrikt zu Distrikt, wie dies Tab. 23 am Beispiel von Zentraljava zeigt.

Tab. 23: Tatsächliche mittlere Rückeentfernung in den
Teakplantagen auf Zentraljava, 1985 ($k_a = 1,8 - 2,4$)

Distrikt	Mittlere Rückeentfernung (m)	
	Rahmen	Durchschnitt
Balapulang	810 - 1 080	945
Pemalang	605 - 807	706
Kendal	419 - 557	488
Semarang	297 - 397	347
Telawa	255 - 300	263
Gundih	290 - 387	339
Purwodadi	169 - 225	197
Randublatung	355 - 471	423
Pati	286 - 381	334
Mantingen	218 - 290	254
Blora	243 - 324	284
Kebonharjo	253 - 337	295
Cepu	249 - 331	290
Durchschnitt Zentraljava		396

Von den fliegenden Lagerplätzen an Fahrwegen oder Waldbahnlinien wird das Holz per LKW oder Eisenbahnwaggon zu Zentrallagerplätzen transportiert. Wiederum am Beispiel von Zentraljava vermittelt Tab. 24 eine Vorstellung von den dabei auftretenden Transportdistanzen. Im Durchschnitt der Plantagen auf Zentraljava kann mit rund 22 km gerechnet werden.

4.1.4 Kosten der Erschließung

Im Jahre 1985 beliefen sich die vom Perum Perhutani mitgeteilten durchschnittlichen Kosten für Neubau und Instandhaltung von Waldwegen unterschiedlicher Kategorien in Teakplantagen auf die in Tab. 25 ausgewiesenen Beträge. Es sind begründete Zweifel am Platze, ob die für befestigte Fahrwege ausgewiesenen Werte der Wirklichkeit entsprechen. Exakte Nachkalkulationen einiger Wegebauprojekte ergaben Neubaukosten in der Größenordnung von i.D. etwa 12 000 Rp/m und für die lfd. Instandhaltung befestigter Fahrwege dürften die Kosten, wenn korrekt hergeleitet, um 500 Rp/m. und Jahr liegen. Den Planungen und Kalkulationen in Kap. 5 werden diese berichtigten Kostenwerte zugrunde gelegt.

Tab. 24: Mittlere Transportentfernung von den fliegenden Lagerplätzen im Wald zu den Zentrallagerplätzen in einigen Distrikten auf Zentraljava

Distrikt	Zentrallagerplatz	Transportentfernung (km) i.D.	
Kabonharjo	1. Bojorejo	11,25	
	2. Karas	23,25	14,14
Mantingen	1. Bururejo	15,00	
	2. Sulang	25,00	
	3. Bulu	15,50	
	4. Ngangitan	18,75	18,44
Blora	1. Klapaduwur	16,25	
	2. Ngawen	12,50	
	3. Kunduran	11,13	12,75
Randublatung	1. Wulung	12,25	
	2. Doplang	11,13	11,58
Purwodadi	1. Purwodadi	53,75	
	2. Tawangrejo	11,00	
	3. Wirosari	18,75	25,56
Pati	1. Juanda	60,00	
	2. Pati	53,50	
	3. Tayu	33,13	44,94
Semarang	1. Mranggen	21,85	
	2. Kedungjati	33,88	22,87
Pemalang	1. Padurekso	25,50	
	2. Silarang	30,75	28,13
Banyumas Barat	1. Sidorejo	32,50	
	2. Kawunganten	18,25	
	3. Wangen	19,00	
	4. Cilacap	12,50	20,56

Quelle: Abteilung für Walderschließungsplanung, Perum Perhutani
Unit I, Salatiga, Zentraljava, Indonesien

Tab. 25: Neubau- und Instandhaltungskosten von Waldwegen in den Teakplantagen auf Java

Wegekategorie	Wegeklasse	Amortisations- zeitraum (Jahre)	Neubaukosten (Rp/lfm)	Instandhaltungs- kosten (Rp/lfm/Jahr)
Befestigte Waldwege	CIII	20	17 030	800
Spurwege	CIII	5	14 665	550
Unbefestigte Waldwege	CIII	5	9 310	550
Rückewege	-	-	-	-

Quelle: Abteilung Ausrüstung, Produktion und Walderschließung, Perum Perhutani
Unit I, Semarang, Zentraljava, Indonesien.

In größeren deutschen Forstbetrieben außerhalb des Hochgebirges rechnet man derzeit mit Neubaukosten für Hauptfahrwege von i.D. 40 - 50 DM/lfm und mit Instandhaltungskosten in der Größenordnung von 0,50 - 0,70 DM/lfm/Jahr. Neubau- zu Instandhaltungskosten verhalten sich folglich wie etwa 70/80 zu 1. Die entsprechende Relation für befestigte Fahrwege auf Java beträgt ca. 25/30 zu 1. Der Wegeneubau ist demnach in den Teakplantagen relativ billiger, die Wegeinstandhaltung vergleichsweise teurer. Das hat zwei Gründe: Zum einen wird beim Wegebau in großem Umfang billige Handarbeit eingesetzt, zum anderen ist, wie schon erwähnt, der technische Ausbaustandard selbst der befestigten Waldwege auf Java deutlich niedriger als jener der forstlichen Hauptfahrwege in Mitteleuropa.

Perum Perhutani verfolgt bei Wegeneubau und Wegeinstandhaltung bislang weniger das Prinzip der Wirtschaftlichkeit im längerfristigen Durchschnitt als vielmehr das Prinzip der Ausgabenminimierung auf jeweils kurze Sicht. Wirtschaftlichkeit im längerfristigen Durchschnitt meint in diesem Zusammenhang, es solle ein technischer Ausbaustandard gewählt werden, für den über den Abschreibungszeitraum hinweg ein Minimum von Neubau- plus kapitalisierten Instandhaltungskosten resultiert. Hierüber existieren in der indonesischen Forstwirtschaft vorerst keine Vorstellungen.

Die Entwicklung der Ausgaben für Waldwege in den Teakplantagen und deren Anteil an den Gesamtausgaben von Perum Perhutani ist aus Abb. 19 zu ersehen. Im Durchschnitt des Beobachtungszeitraumes liegt letzterer bei etwa 5 % und somit nur wenig unter dem Niveau großer deutscher Forstverwaltungen (derzeit ca. 6 - 7 %). Während der Phase intensiver Neubautätigkeit, d.h. vor 1975/80, war der Anteil der Erschließungsausgaben in den deutschen Betrieben allerdings erheblich höher und erreichte teilweise Werte von 15 - 20 %.

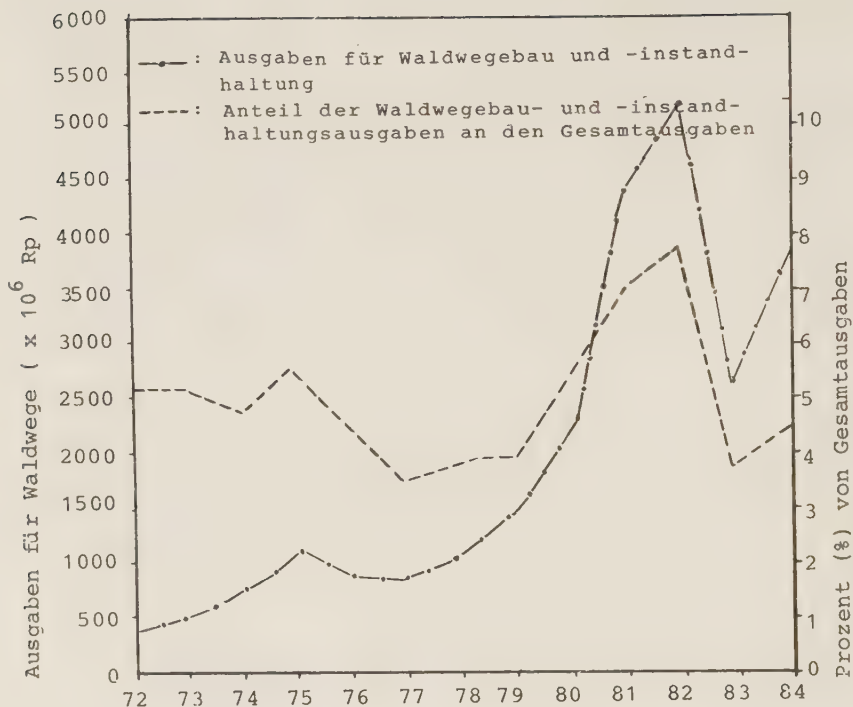


Abb. 19: Die Entwicklung der Ausgaben für Neubau und Instandhaltung von Waldwegen und deren Anteil an den Gesamtausgaben von Perum Perhutani.

Bezieht man die Ausgaben auf den Holzeinschlag, so ergibt sich für das Jahr 1985 folgendes Bild:

	Instandhaltung Rp/m ³	Neubau Rp/m ³	Insgesamt Rp/m ³
- Zentraljava (Unit I)	2 477	2 145	4 622
- Ostjava (Unit II)	3 555	2 026	5 581
- Westjava (Unit III)	2 860	3 823	6 683
- Im Durchschnitt	2 909	2 321	5 230

In Abb. 20 schließlich ist die Aufteilung der Ausgaben für Waldwege auf Neubau und Instandhaltung nach Regionen aufgetragen. Ausgenommen einige Jahre in Westjava, entfallen im längerfristigen Durchschnitt mehr als die Hälfte der Gesamtausgaben auf die Wegeinstandhaltung.

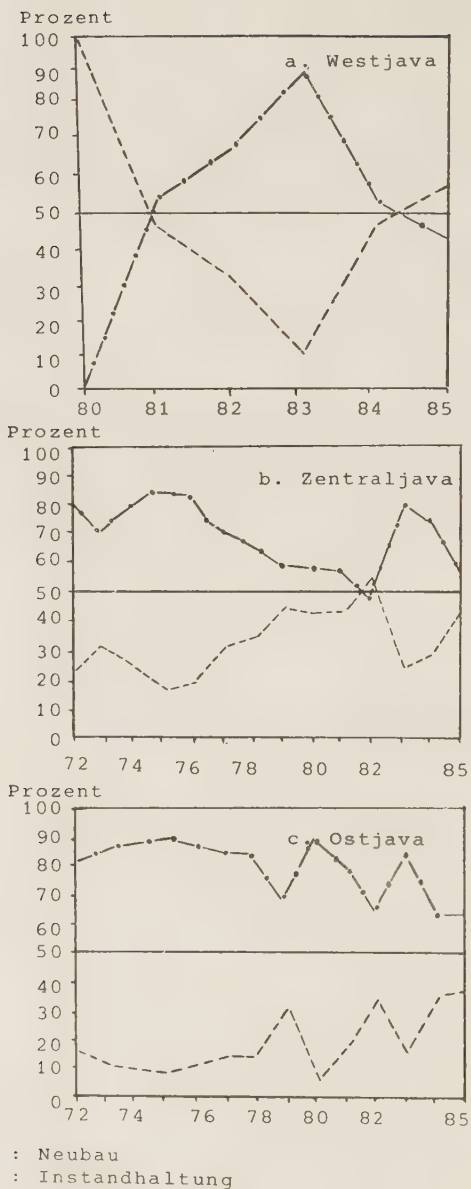


Abb. 20: Verteilung der Ausgaben für Waldwege auf Neubau und Instandhaltung, Perum Perhutani, 1972 - 1985.

4.2 HOLZERnte UND HOLZTRANSPORT

4.2.1 Ablauf und Organisation

Holzernte und Holztransport in den Teakplantagen auf Java lassen sich in folgende vier Phasen gliedern:

- Phase 1: Planung,
- Phase 2: Vorbereitende Maßnahmen,
- Phase 3: Durchführung der Holzernte,
- Phase 4: Durchführung des Holztransports.

Phase 1 - Planung

Zwei Jahre vor der Ernte wird der Jahreswirtschaftsplan aufgestellt. In bezug auf den Holzeinschlag umfaßt er

- die Entscheidung über die Flächen bzw. Bestände, die durchforstet und abgenutzt werden sollen,
- eine Holzvorratsinventur in diesen Beständen und
- die Ermittlung des Erntevolumens insgesamt.

Phase 2 - vorbereitende Maßnahmen

In Vornutzungsbeständen 18 Monate, in Endnutzungsbeständen 24 Monate vor dem Eingriff werden die zur Ernte vorgesehenen Bäume geringelt. Näheres hierzu siehe Kap. 4.2.2.

Weitere vorbereitende Maßnahmen sind:

- Detaillierte schriftliche Anweisung des Distriktleiters zur Durchführung von Holzernte und Holztransport;
- Erstellung eines Arbeitsplans zur Durchführung der Holzernte;
- Ermittlung des zu erntenden Holzvolumens nach Menge, Güte- und Stärkeklassen;
- Aufteilung der Einschlagsgebiete in kleinere Flächen (ca. 1 - 2 ha), um den Arbeitsablauf bei der Holzernte zu erleichtern;

- Neu- und Ausbau sowie Ausbesserung von Waldwegen und Schienenstrecken;
- Ausbesserung von fliegenden Holzlagerplätzen;
- Bereitstellung der notwendigen Arbeitsgeräte und Transportmittel;
- Einteilung der Waldarbeiter in Gruppen und Verteilung der einzelnen Aufgaben;
- u.U. "job training".

Phase 3 - Durchführung der Holzernte

Die Holzernte selbst umfaßt folgende Teilarbeiten bzw. Ablaufabschnitte:

- Festlegung der Fällrichtung durch den Gruppenführer einer Waldarbeiterrotte,
- Fällen und Entasten,
- Vermessen und Einschneiden,
- Rücken des Holzes vom Hiebsort zum fliegenden Holzlagerplatz.

Phase 4 - Durchführung des Holztransports

Der Ferntransport des Holzes vom fliegenden Lagerplatz zum Zentrallagerplatz gliedert sich in die Teilarbeiten

- Beladen des Transportmittels,
- eigentlicher Transport mit LKW oder Waggon,
- Entladen.

Arbeitsorganisation

Nach der Größe der Waldarbeiterrotte bzw. der von einer Rotte pro Zeiteinheit geernteten Holzmasse werden unterschieden (vgl. auch Tab. 26):

- Die kleine Holzernteoperation mit einer Mannschaftsgröße von i.d.R. 10 Mann,

- die mittlere Holzernteoperation mit einer Mannschaftsgröße von i.d.R. 14 Mann,
- die sog. große Holzernteoperation, an der 24 - 30 Waldarbeiter beteiligt sind,
- die sehr große Holzernteoperation, bei welcher sich die Mannschaftsgröße nach dem in einer bestimmten Zeit zu erntenden Volumen bemißt.

Tab. 26: Formen der Arbeitsorganisation bei der Holzernte

Art der Holz- ernteoperation	Erntevolumen m ³ je			Mannschaftsgröße
	Tag	Monat	Jahr	
Kleine HE- Operation	< 7,2	< 150	< 1 500	- 4 Holzfäller - 2 Schichtholz- sammler - 4 Rückearbeiter
Mittlere HE- Operation	7,2- 10,8	150 - 216	1 500- 2 500	- 6 Holzfäller - 2 Schichtholz- sammler - 6 Rückearbeiter
Große HE- Operation	12,6- 18,0	252 - 360	2 600 3 700	- 10-12 Holzfäller - 4-6 Schichtholz- sammler - 10-12 Rücke- arbeiter
Sehr große HE- Operation	> 20	> 380	> 3 800	- die Mannschafts- größe bemißt sich nach dem zu erntenden Volumen

Beim Holztransport unterscheidet man:

- Holztransport mit Lastkraftwagen mit einer Mannschaftsgröße von i.d.R. 6 Mann, bestehend aus: 1 Lastkraftwagenfahrer, 1 Beifahrer und 4 Be- und Entladearbeiter.

- Holztransport mit Waggon mit einer Mannschaftsgröße von i.d.R. 4 - 6 Arbeitern, die für alle Teilarbeiten (Be- und Entladen, Schieben der Waggon zum zentralen Holzlagerplatz) zuständig sind.

4.2.2 Ringelung

Nach JUTA (1954) soll mit der Ringelung folgendes erreicht werden:

- Erleichterung von Rücken und Ferntransport. Aus Untersuchungen an der Forstlichen Forschungsanstalt in Bogor weiß man, daß der Wassergehalt von frischem Teakholz bei 100 % liegt, während er 2 Jahre nach der Ringelung nur noch 50 % beträgt.
- Durch den Wasserverlust verkürzt sich die Lagerzeit ganz erheblich, wodurch bei der Holzlagerung Platz gespart wird.
- Kurze Lagerzeiten liegen sowohl im Interesse des Holzverkäufers (Perum Perhutani) wegen der geringeren Kosten als auch der Holzkäufer wegen der schnelleren und regelmäßigeren Holzlieferungen.

Darüberhinaus wird vermutet, daß durch die Ringelung sich der Holzverlust bei der Fällung vermindern läßt und die Widerstandskraft der Bäume gegen biotische Schädlinge zunimmt. Schließlich wird durch diese Maßnahme in einigen Gebieten (Balapulang-Distrikt auf Zentraljava sowie in Indien) der Wassertransport (Flößerei) der Teakbäume ermöglicht.

Die Ausführung der Ringelung übernehmen 4 Mann starke Waldarbeiter, die hierfür einen speziellen Arbeitskontrakt (= Akkordarbeit) von Perum Perhutani erhalten. Arbeitsgeräte sind Hackmesser und Äxte. Es werden jeweils 1 ha große Teilflächen systematisch geringelt. Zur Technik der Ringelung siehe Abb. 21.

Die Ringelungskosten werden anhand örtlicher Akkordtarife ermittelt; sie richten sich bei der Endnutzung nach dem Umfang der Stämme in Brusthöhe:

Umfang in 1,3 m Höhe	Kosten (Rp/Baum)
< 105 cm	30
106 - 165 cm	40
166 - 235 cm	50
> 236 cm	60

Bei der Vornutzung werden generell 15 Rp/Baum angesetzt.

Nach Auskunft von Perum Perhutani (1985) kann bei der Ringelung mit folgenden Werten für Zeitaufwand und TAP gerechnet werden (4-Mann-Rotte):

	Vornutzung	Endnutzung
Zeitaufwand Std/ha	5	12,5
TAP ha/Mann und Stunde	0,05	0,02

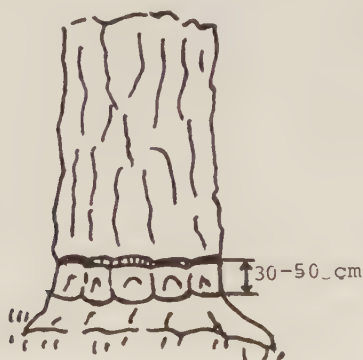


Abb. 21: Technik der Ringelung in den Teakplantagen auf Java.

4.2.3 Fällen und Aufarbeiten

Fällen und Aufarbeiten (Entasten und Einschneiden) werden überwiegend mit einfachen Handwerkzeugen durchgeführt. Die Benutzung von maschinellen Holzerntegeräten, wie Motorsägen, ist vorläufig sehr selten.

Folgende Geräte werden verwendet (s. auch Abb. 22):

- Zwei-Mann-Handsäge zum Fällen (Fallkerb und Fällschnitt) und Einschneiden,
- Axt zum Beseitigen der Wurzelanläufe und zum Entasten,
- Keile und Hammer als Fällhilfen und z.T. beim Einschneiden starker Stämme,
- Hackmesser zum Beseitigen von dichtem Bodenbewuchs,
- Greifzug ("Tirfor") zur Einhaltung der Fällrichtung unter erschwerten Bedingungen.

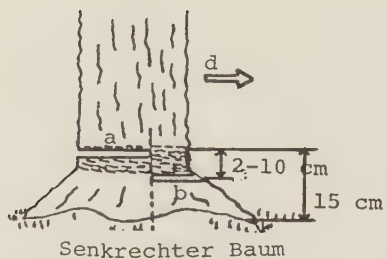
Die Fälltechnik ist aus den Abb. 23 und 24 ersichtlich. Fallkerb und Fällschnitt müssen unter oder in Höhe der Ringelung (Stockhöhe ≤ 15 cm) angelegt werden. Die Fälltrupps bestehen aus 2 Arbeitern im einfachen und 3 Arbeitern im schwierigen Gelände. Nach der Fällung wird der Stamm mit der Axt entastet und in die gewünschten Holzsorten eingeschnitten. Die Sortenausformung bestimmt der Leiter des Fälltrupps. Das Einschneiden wird von 2 Waldarbeitern mit einer Zwei-Mann-Handsäge sowie ggf. Keil und Hammer durchgeführt.

Über Zeitaufwand, technische Arbeitsproduktivität (TAP) und Kosten der Holzernte in Teakplantagen auf Java, differenziert nach Teilarbeiten, sowie über die wesentlichen Einflußfaktoren auf diese Zielgrößen konnten nur wenige brauchbare Informationen gefunden werden. Deshalb wurden vom Autor im Jahre 1986 Arbeitszeitstudien sowohl beim Fällen und Aufarbeiten als auch beim Rücken und beim Ferntransport durchgeführt. In allen Fällen kam das Fortschrittszeitverfahren zur Anwendung. Wegen der sehr knappen zur Verfügung stehenden Geldmittel und Hilfskräfte war der Stichprobenumfang leider verhältnismäßig klein, nämlich:

- | | |
|--|------------|
| - Fällen und Aufarbeiten | |
| . einfaches Gelände | 59 Bäume, |
| . schwieriges Gelände (Hangneigung $>15^\circ$) | 39 Bäume, |
| - Rücken mit Ochsen | 24 Zyklen, |



Abb. 22: Holzerntegeräte in den Teakplantagen auf Java



a : b maximal 2 : 1
minimal 4 : 1

c : Keil

d : Fällrichtung

e : Schiefstellung des Baumes

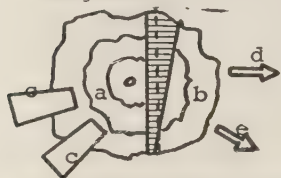
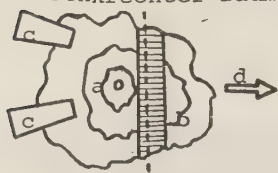


Abb. 23: Fälltechnik in den Teakplantagen auf Java



Abb. 24: Oben : Anlage des Fallkerbs mit Handsäge und Axt;
 Mitte : Fällschnitt mit der 2-Mann-Handsäge
 Unten : Einschlagen von Sicherungskeilen



Abb.25: . Einschneiden von Teakholz

- Rücken mit Schlepper
 - . Langholz-Verfahren 30 Zyklen,
 - . Kurzholz-Verfahren 23 Zyklen,
- Ferntransport
 - . mit Waggon (Bahn) 6 Zyklen,
 - . mit LKW 9 Zyklen.

Den Ergebnissen dieser (eigenen) Arbeitsstudien kommt deshalb mehr orientierender Charakter zu. Es werden stets die Gesamtarbeitszeit (GAZ) und die daraus abgeleitete TAP ausgewiesen; die Differenzierung nach Reiner Arbeitszeit (RAZ) und nach Allgemeinen Zeiten (AZ) ist im vorliegenden Zusammenhang ohne Belang.

Für Fällen und Aufarbeiten ergaben die Arbeitsstudien den in Abb. 26 in Abhängigkeit vom BHD dargestellten Arbeitszeitaufwand in min (GAZ)/m³, je für einfaches und schwieriges Gelände. Trotz des geringen Stichprobenumfangs sind die Zusammenhänge hinreichend straff und die Regressionslinien gut gesichert.

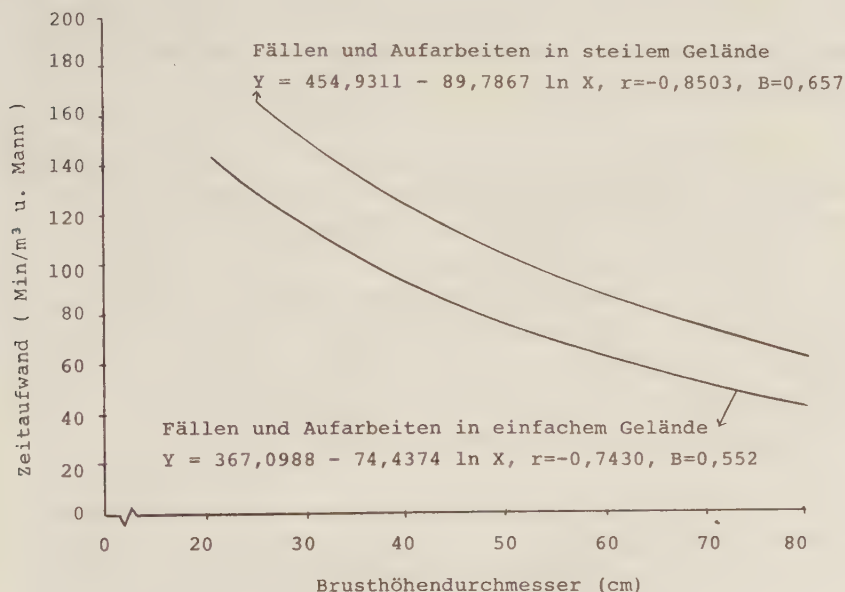


Abb. 26: Beziehung zwischen BHD und Zeitaufwand für das Fällen und Aufarbeiten in den Teakplantagen auf Java.

Fällen und Aufarbeiten in den Teakplantagen wird im Akkord entlohnt, wofür nach BHD gestaffelte Geldtarife (Tarif tabellen) zur Verfügung stehen. Im Jahre 1985 lag diesen Tarifen ein Geldfaktor von 357 Rp/Stunde und Arbeiter zugrunde. Aus Tab. 27a und b sind nach BHD-Bereichen zu ersehen

- die Kosten je m^3 und die hieraus mit Hilfe des Geldfaktors abgeleitete TAP nach den Tarif tabellen,
- die TAP und die hieraus mit Hilfe des Geldfaktors berechneten Kosten je m^3 nach den Ergebnissen der Arbeitsstudien.

Wie man sieht, ergaben die Arbeitsstudien gegenüber den Tarif tabellen eine höhere TAP und niedrigere Kosten je m^3 .

Im großen Durchschnitt liegt der BHD von Teakbäumen in Endnutzungsbeständen in der Größenordnung von etwa 40 cm m.R. Folglich kann im einfachen Gelände für Fällen, Entasten und Einschneiden mit einer TAP von ca. $0,64 m^3/\text{Mann und Stunde}$, im schwierigen Gelände mit etwa $0,48 m^3/\text{Mann und Stunde}$ gerechnet werden. Um diese Werte einordnen zu können, seien zwei Vergleichszahlen genannt:

- AYAZ (1986) untersuchte in umfangreichen Arbeitsstudien das Fällen und Aufarbeiten in Maulbeer- und Shishamplantagen in Pakistan (einfaches Gelände). Für BHD 40 cm fand er eine TAP von $0,39 m^3/\text{Mann und Stunde}$.
- Forstwirte in der Bundesrepublik Deutschland erzielen lt. EST-Statistik 1987 im Laubholz bei Stücklohnarbeit nach dem Erweiterten Sortentarif eine TAP von
 - . etwa $2,5 m^3/\text{Mann und Stunde}$ bei BHD 36 cm,
 - . etwa $3,2 m^3/\text{Mann und Stunde}$ bei BHD 44 cm.

Bedenkt man die manuellen Arbeitsverfahren und die fehlende Ausbildung der Waldarbeiter, so ordnet sich die Arbeitsproduktivität in den Teakplantagen auf Java plausibel in die internationale Spannweite der TAP-Werte ein. Bemerkenswert erscheint, daß sie deutlich höher ist als in Pakistan.

Tab. 27: Technische Arbeitsproduktivität und Kosten bei Fällen und Anfarbeiten im
Bojonegoro-Distrikt, Ostjava
a) einfaches Gelände (2-Mann-Rotte)

BHD-Bereich cm	Tariftabellen		Zeitstudien	
	TAP (m ³ /Mann u. Stunde)	Kosten (Rp/m ³) ¹⁾	TAP (m ³ /Mann u. Stunde)	Kosten (Rp/m ³) ¹⁾
1	2	3	4	5
30 - 39	0,48	750	0,59	605
40 - 49	0,54	650	0,71	502
50 - 59	0,59	600	0,87	410
> 60	0,99	550	1,07	334

b) steiles Gelände (3-Mann-Rotte)

BHD-Bereich cm	Tariftabellen		Zeitstudien	
	TAP (m ³ /Mann u. Stunde)	Kosten (Rp/m ³) ¹⁾	TAP (m ³ /Mann u. Stunde)	Kosten (Rp/m ³) ¹⁾
1	2	3	4	5
30 - 39	0,40	900	0,44	811
40 - 49	0,46	780	0,53	674
50 - 59	0,50	720	0,63	567
> 60	0,55	650	0,70	510

1) zugrundegelegter Geldfaktor 357 Rp/Stunde und Arbeiter (KARTASUBRATA, 1985)

4.2.4 Rücken

Rücken mit Tieren

Rücken ist der Transportvorgang vom Fällungsort zum fliegenden Holzlagerplatz an einer LKW-fahrbaren Straße oder an einer Wald-eisenbahnlinie. Es wird in den Teakplantagen bislang weit über-wiegend mit Ochsen oder, im Falle kurzer Rückedistanzen und schwacher Holzsortimente, in Handarbeit erledigt. Mechanisierte Rückesysteme (Schlepper) sind vorerst auf sehr schwieriges, stei-les Gelände und auf wissenschaftliche Untersuchungen beschränkt.

Das Rücken mit Ochsen wird im einfachsten Fall mit Hilfe einer Schleifkette, die in eingeschlagene Kerben der Stämme greift, durchgeführt. Dabei werden zumeist ein Paar Ochsen plus ein Arbeiter eingesetzt, in Ausnahmefällen (sehr steiles Gelände und sehr starke Sortimente) auch mehrere Paare. Als Rückehilfe gibt es neben der Schleifkette noch das Joch (Tragbalken auf der Schulter der Ochsen) und die Rückegabel, die das vordere Ende des zu rückenden Holzes hochhält. Abb. 27 zeigt den Rückevorgang mit Hilfe zweier Ochsen.



Abb. 27: Rücken mit Hilfe zweier Ochsen in den Teakplantagen auf Java.

Das Rücken mit Ochsen wird wegen der kühleren Temperatur im allgemeinen zwischen 6 Uhr und 12 Uhr morgens durchgeführt. Die Arbeitszeit pro Tag beträgt durchschnittlich 5 Stunden.

Eigene Arbeitsstudien im Cepu-Distrikt führten zu den in Abb. 28 in Form von Ausgleichsfunktionen dargestellten Werten für den Zeitaufwand je m³ und Hektometer (hm). Als Haupteinflußfaktoren erwiesen sich, nach Eliminierung der Ruckeentfernung, die Hangneigung und die Anhängelast.

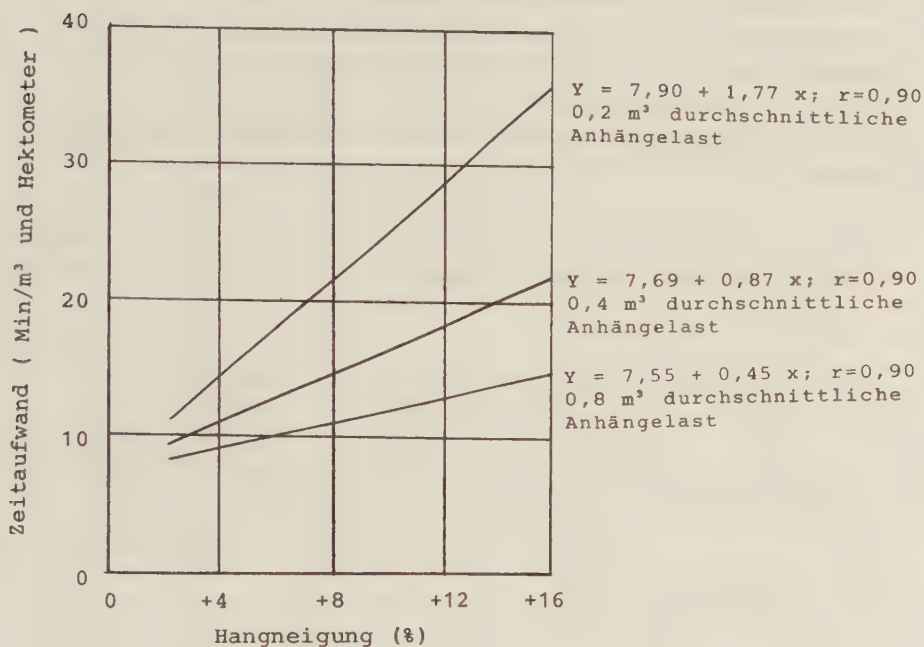


Abb. 28: Zeitaufwand für Rücken mit ein Paar Ochsen in Abhängigkeit von Hangneigung und durchschnittlicher Anhängelast im Cepu-Distrikt, Zentraljava.

Die Ochsen mit Arbeiter werden vom Forstbetrieb bei Bedarf angemietet und nach Zeit entlohnt. 1986 betrugen die Mietkosten für ein Paar Ochsen i.D. etwa 4 000 Rp/Tag bzw. 800 Rp/Stunde; der Arbeiter kostete zum gleichen Zeitpunkt i.D. 500 Rp/Stunde. Für das gesamte Gespann müssen folglich 1 300 Rp/Std. aufgewendet werden.

Legt man eine durchschnittliche Anhängelast von $0,4 \text{ m}^3$ zugrunde, so ergeben sich anhand der ermittelten Werte für den Zeitaufwand folgende Rückekosten bei unterschiedlichen Hangneigungen:

- Hangneigung 4 %: Rückekosten 242 Rp/ m^3 und hm,
- Hangneigung 9 %: Rückekosten 336 Rp/ m^3 und hm,
- Hangneigung 14 %: Rückekosten 431 Rp/ m^3 und hm.

In Abb. 29 ist dieser Zusammenhang durch Ausgleichsfunktionen dargestellt.

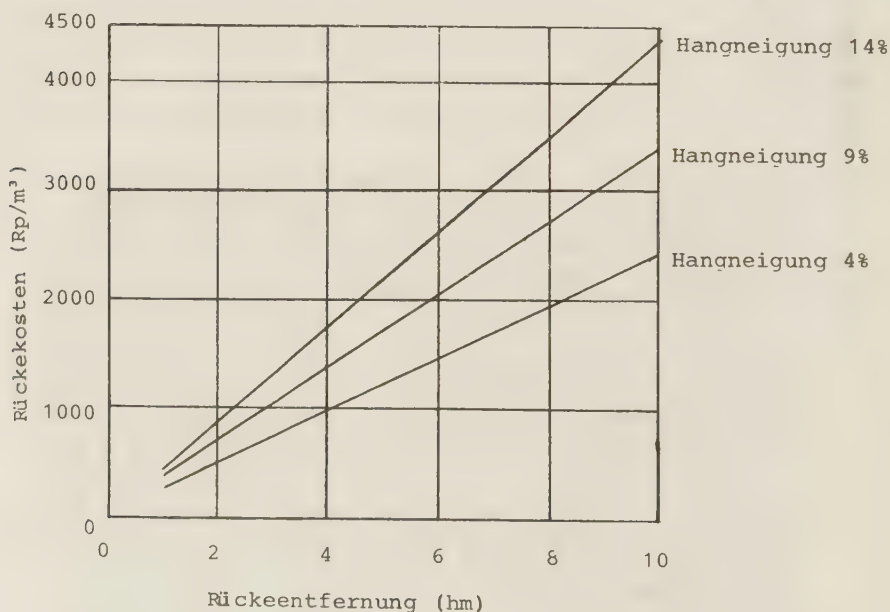


Abb. 29: Kosten für das Rücken mit 1 Paar Ochsen und einem Arbeiter in Abhängigkeit von Rückeentfernung und Hangneigung im Cepu-Distrikt, Zentraljava (durchschnittliche Anhängelast $0,4 \text{ m}^3$).

Aus anderen Studien über das Rücken mit Ochsen sind folgende Werte bekannt geworden:

- WASONO (1965): Rücken mit 1 Paar Ochsen in Teakplantagen auf Java, mittlere Rückeentfernung 100 m, TAP 1,75 - 3 m³/Std.
- RÖSSNER (1967): Rücken mit 1 Paar Ochsen in Teakplantagen auf Java, mittlere Rückeentfernung 500 m, TAP 0,9 m³/Std.
- KARTASUBRATA (1985): Rücken mit 1 Paar Ochsen in Teakplantagen auf Java, mittlere Rückeentfernung unbekannt, TAP 1,1 m³/Std.
- HEINRICH (1987): Rücken mit 1 Paar Ochsen in Kiefernpflanzungen in Mexiko, mittlerer BHD 27 cm (d.h. schwächeres Holz als in den Teakplantagen bei Endnutzung), mittlere Rückeentfernung 50 m, TAP mit herkömmlichen Hilfsmitteln 1,19 m³/Std., mit verbesserten Hilfsmitteln und nach gezielter Schulung der Arbeiter 1,33 m³/Std.

Auch wenn man einschränkend in Betracht zieht, daß die vorgenannten Leistungsdaten mit den eigenen Untersuchungen nicht voll vergleichbar sind, darf doch festgehalten werden, daß sich letztere wiederum zwanglos in das Spektrum der übrigen Werte einfügen.

Rücken mit Schlepper

Bei den eigenen Arbeitsstudien im Jahre 1986 wurde das Rückesystem Unimog Typ 406 mit zwei Arbeitern (Fahrer und Beifahrer) eingesetzt (s. Abb. 30). Der Unimog ist durch die folgenden technischen Daten charakterisiert:

- | | |
|----------------------------|--|
| - Gewicht: | 5 800 kg, 84 PS 01 M/94HP, |
| - Motor: | Mercedes Benz 6-Zylinder, Diesel |
| - Geschwindigkeitsbereich: | 4,8 - 70,3 km/Stunde, |
| - Bereifung: | Radstand 2,4 m, Länge 4,10 m,
Breite 2 m, Höhe 2,32 m,
Bodenfreiheit 0,44 m, Spurweite
1,62 m und Wenderadius 10,9 m, |
| - Brennstoffverbrauch: | Straßengang 18,0 l/100 km,
Geländegang 6 - 13 l/Stunde, |



Abb. 30: Schlepper (Unimog Typ 406)

Tab. 28: Technische Arbeitsproduktivität und Rückekosten für
Unimog Typ 406 in den Teakplantagen auf Java

Hangneigung	Kurzholzrückeverfahren		Langholzrückeverfahren	
	TAP (m ³ /Std.u.hm)	Kosten (Rp/m ³ u. hm)	TAP (m ³ /Std.u.hm)	Kosten (Rp/m ³ u. hm)
0 - 20 % (schlepper- befahrbar)	4,7	1 649	4,1	1 890
> 20 % (nicht mehr schlepper- befahrbar)	2,4	3 228	2,4	3 228

Vergleiche mit anderen Untersuchungen sind kaum möglich. Zwar finden sich in der einschlägigen Literatur zahlreiche Berichte über Arbeitsstudien bei der Schlepperrückung. Sie wurden jedoch unter wesentlich anderen Rahmenbedingungen hinsichtlich Baumart, Stückmasse, Gelände, Betriebsmittel und Übungsgrad des Personals durchgeführt. Immerhin kann festgehalten werden, daß die in den Teakplantagen erzielten Leistungen innerhalb des weiten Rahmens anderer Beobachtungen streuen und als plausibel zu betrachten sind.

4.2.5 Ferntransport

Der Holztransport von den fliegenden Lagerplätzen im Wald zu den Zentrallagerplätzen erfolgt, wie an anderer Stelle bereits erwähnt, entweder mit LKW oder mit Waggons auf Schiene.

Das Be- und Entladen sowohl der LKW als auch der Waggons wird bis heute mit Muskelkraft und einfachen Hilfsvorrichtungen durchgeführt (s. Abb. 31 und 32). Folgende Hilfsmittel werden verwendet:

- Anlagebäume ("Ender-Ender"): 4,50 bis 6,00 m lange, nicht zu starke Hölzer.



Abb. 31: Oben : Fliegender Holzlagerplatz im Wald; Mitte : Holztransport mit LKW; unten : Zentralholzlagerplatz



Abb. 32: Oben : Beladen eines LKW; Mitte : Beladen eines Waggons; unten : Entladen eines LKW.

- Hehebäume: 1,80 bis 2,00 m lang, Durchmesser 7 - 8 cm, am stärkeren Ende von zwei Seiten keilförmig angespitzt; sie dienen zum Anheben, Fortrollen und Aufhalten des Holzes.
- Kunststoffseil: Durchmesser 20 mm, 25 m lang; es dient als Hilfsmittel zum Beladen und zum Festbinden des Holzes auf dem Transportmittel.

Aus eigenen Untersuchungen im Mantingen-Distrikt für den Transport mit Waggons und im Ngawi-Distrikt für den Transport mit LKW ergeben sich die in Tab. 29 dargestellten Werte für den Zeitaufwand beim Be- und Entladen, für die Fahrgeschwindigkeit und für die Transportkosten. Die Kosten je Betriebsstunde für den üblicherweise benutzten LKW TOYOTA DYNA wurden von Perum Perhutani mit 2 578 Rp angegeben (Sachkosten 1 728 Rp/Betriebsstunde, Fahrer 500 und Beifahrer 350 Rp/Std).

4.2.6 Die gesamte Arbeits- und Transportkette

Eine Gesamtübersicht über den Ablauf von Holzernte und Holztransport bietet Abb. 33. Als Beispiel dienen die Verhältnisse im Flachland (Rücken mit Ochsen) und der Ferntransport mit LKW.

Die arbeits- und betriebswirtschaftliche Situation der gesamten Arbeits- und Transportkette beleuchtet Tab. 30, wobei nach Flachland und Steilgelände, nach Rücken mit Ochsen und Unimog sowie nach Ferntransport mit Waggon und LKW differenziert wird. Den Zeitbedarfs-, TAP- und Kostendaten liegen zugrunde :

- Mittlerer BHD 40 cm (Endnutzung).
- Mittlere Ruckeentfernung 400 m.
- Vorliefern und Rücken mit Unimog: Vorliefern mit Seilwinde, Vorlieferentfernung i.D. 50 m, 2-Mann-Arbeit.
- Ferntransport mit LKW: Fahrer + Beifahrer und 5 Hilfskräfte zum Be- und Entladen, die während des ganzen Transportvorgangs beim Fahrzeug bleiben. Mittlere Transportentfernung nach Angaben von Perum Perhutani 23 km.

Tab. 29: Zeitaufwand für Be- und Entladen, Fahrgeschwindigkeit und Transportkosten
beim Ferntransport mit waggons und Lkw in den Teakplantagen auf Java

Transportmittel	Last- volumen (m ³)	Be- und Ent- laden (Min/m ³)	Fahrgeschwin- digkeit i.D. (km/Std.)	Transport- kosten (ohne Be- und Entladen) (Rp/m ³ u: Km)
Transport mit Waggons auf Waldeisenbahn durch Menschenkraft	4,09	31	5,7 - 8,6	-
Transport mit Lkw	5,03	15	-	-
- auf unbefestigten Waldwegen	-	-	10,25	50
- auf Spurwegen	-	-	13,35	38
- auf befestigten Waldwegen	-	-	24,90	21

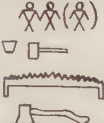
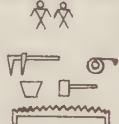
Arbeits- ort Ab- lauf- abschnitt	Bestand	Rückeweg	Fliegendes Lagerplatz	Zentral- lager- platz
Fällen und Entasten				
Vermessen und Ein- schneiden				
Vorliefern und Rücken				
Beladen				
Transport				

Abb. 33: Das gebräuchlichste Holzernteverfahren in den Teakplantagen auf Java.

- Ferntransport mit Waggon: 5 Arbeiter zum Be- und Entladen sowie zur Fortbewegung des Waggons. Bei den eigenen Untersuchungen im Mantingen-Distrikt lag die Transportentfernung bei 16 km. Ein Vergleich mit den Distrikten Ngawi (10,9 km), Saradan (16,0 km) und Bojonegoro (15,0 km und 22,0 km) zeigt, daß die im Untersuchungsgebiet liegende Schienenstrecke von 16 km als durchschnittlicher Wert für die Ferntransportentfernung genutzt werden kann.

Tab. 30: Zeitaufwand, technische Arbeitsproduktivität und Kosten bei der Holzernte in Teakholzplantagen auf Zentraljava (für BHD = 40 cm, Endnutzung)

Ablaufabschnitt	Aufwand an Arbeits- zeit min/m³	TAP m³/Mann u.Std.	Kosten Rp/m³
1	2	3	4
1 Fällen, Entasten, Einschneiden			
a) Flachland (<15°)	93,75	0,64	557,81
b) Steilgelände (>15°)	125,00	0,48	743,75
2 Rücken (RE = 400 m)			
a) mit Ochsen (<15°)	61,86	0,97	1340,21
b) mit Unimog (>15°)	200	0,30	12913,33
3 Ferntransport (einschl. Be- und Entladen)			
a) mit Waggon (TE = 16 km)	500	0,12	3858,33
b) mit LKW (TE = 23 km)	333,33	0,18	3462,70
4 Ganze Arbeitskette			
a) Flachland mit mit Waggon	655,61	0,09	5756,35
b) Flachland mit LKW	488,94	0,12	5360,71
c) Steilgelände mit Waggon	825,00	0,07	17515,41
d) Steilgelände mit LKW	658,33	0,09	17119,78

Besonderes Interesse verdienen die unter Ziff. 4, Sp.2 und 3 in Tab. 30 genannten Werte für Zeitbedarf und TAP der gesamten Kette:

- Der Arbeitszeitaufwand schwankt zwischen rund 8 und nahezu 14 Mann-Stunden je Festmeter, die TAP dementsprechend zwischen 0,12 und 0,07 fm je Mann und Stunde.
- Der Zeitaufwand bei Ferntransport mit Waggon ist um ein Viertel bis ein Drittel höher als bei Transport mit LKW.

Zum Vergleich bietet Tab. 31 Zeitbedarfs- und TAP-Werte für Holzernte und Holztransport in den tropischen Regenwäldern auf Sumatera und Kalimantan, wo im Rahmen des sog. "Selective Cutting System" höher mechanisierte Arbeitsverfahren zum Einsatz gelangen. Es sind unterstellt:

- Mittlerer BHD ≥ 50 cm.
- Fällen und Aufarbeiten mit Motorsäge.
- Rücken mit Forstspezial- oder Raupenschlepper.
- Ferntransport mit Spezial-LKW (i.d.R. > 100 PS).
- Be- und Entladen maschinell (Radlader, Kran).

Gegenüber dem Arbeitsablauf in den Teakplantagen liegen der spezifische Zeitaufwand bedeutend niedriger, die TAP beträchtlich höher. Dafür sind zum kleineren Teil der größere mittlere BHD, überwiegend jedoch der hohe Mechanisierungsgrad verantwortlich.

In anderen Ländern zählt der Ferntransport nicht zur Arbeitskette "Holzernte" und werden Zeitaufwand und TAP nur bis einschl. Rücken ausgewiesen. Für diesen Teil der Kette ergibt sich aus Tab. 30 eine TAP von $0,39 \text{ m}^3/\text{Mann und Stunde}$ beim Rücken mit Ochsen im Flachland und von $0,18 \text{ m}^3/\text{Mann und Stunde}$ beim Rücken mit Schlepper im Steilgelände. Der letztere Wert deckt sich weitgehend mit der von HEINRICH (1987) bei der Holzernte in Ipil-ipil-(*Leucana leucocephala*) Plantagen auf den Philippinen unter ähnlichen Bedingungen beobachteten TAP von $0,20 \text{ m}^3/\text{Mann und Stunde}$. In Mitteleuropa werden mit den dort heute üblichen Arbeitsverfahren (motor-manuelles Fällen und Aufarbeiten, Rücken mittleistungsfähigen

Schleppern) im starken Laubholz Werte in der Größenordnung von ca. 1,5 - 2 m³/Mann und Stunde erzielt.

Tab. 31: Zeitaufwand und technische Arbeitsproduktivität bei der Holzernte mit dem "Selective Cutting System" in den tropischen Regenwäldern außerhalb Javas (BHD $\geq$ 50 cm)

Ablaufabschnitt	Auf Sumatera		Auf Kalimantan	
	Min/m ³	m ³ /Std.	Min/m ³	m ³ /Std.
Fällen, Entasten, Vermessen und Einschneiden	4,02	14,93	4,00	19,38
Rücken (auf Sumatera RE = 8,61, auf Kalimantan RE = 3,25 hm)	15,19	3,95	9,52	6,30
Be- und Entladen	1,69	35,50	1,15	52,32
Ferntransport (auf Sumatera ca. 31,5 km, auf Kalimantan ca. 27 km)	9,01	6,66	6,47	9,27
Insgesamt	29,91	2,01	21,14	2,84

Quelle: Soenarno, at al., 1986.

Man kann folglich festhalten, daß die bislang übliche handarbeitsintensive Holzernte in den Teakplantagen auf Java eine außerordentlich niedrige TAP aufweist. Sie liegt im internationalen Vergleich an der unteren Grenze des Streurahmens.

4.3 BEURTEILUNG DER SITUATION

Die Situation bei Walderschließung, Holzernte und Holztransport in den Teakplantagen auf Java läßt sich durch folgende Probleme und Mängel zusammenfassend charakterisieren:

- Der Ausbaustandard der Fahrwege entspricht nicht den Belastungen durch den Holztransport. Die Wege fallen überwiegend in die Klasse C III, die für Achslasten (Einzelachse) von max. 2-2,5 t dimensioniert ist. Die tatsächlich auftretenden Achslasten liegen aber in der Größenordnung von 2,8 - 4,2 t (= 4 - 6 m³), i.D. bei ca. 3,5 t. Die Folge ist, daß die Waldwege schnell beschädigt werden und die Instandhaltungskosten sehr hoch sind. Außerdem steigen die Transportkosten, weil die LKW nur sehr langsam fahren können und hohe Wartungs- und Reparaturkosten anfallen.
- Es gibt keine systematische Ausbildung der Arbeitskräfte. Als Folge davon werden selbst Handarbeitsverfahren nur unzureichend beherrscht. Auch den Vorarbeitern, die für die Arbeit vor Ort und für die Holzausformung verantwortlich sind, mangelt es an einschlägiger Ausbildung und Schulung, was letztlich zu schlechter Arbeitsorganisation, relativ hohen unproduktiven Zeitanteilen und vermeidbaren Kosten führt.
- Die überwiegend benutzten Handarbeitsgeräte sind häufig primitiv, veraltet und schlecht gepflegt.
- Soweit mechanisierte Betriebsmittel, wie Motorsägen, Schlepper und Radlader, benutzt werden, ist deren Einsatz wenig effizient. Auch hier fehlt es an der Ausbildung des Bedienungspersonals. Schlechter Nutzungsgrad, hohe Instandhaltungskosten und letztlich sehr hohe Kosten je Betriebsstunde sind die zwangsläufige Folge. Dabei kommt erschwerend hinzu, daß derartige Betriebsmittel für knappe Devisen importiert werden müssen und relativ teure Investitionen darstellen.
- Aus der Kombination von schwerer Handarbeit, schlechtem Arbeitsgerät, mangelhafter Ausbildung und dem tropischen Klima resultiert eine außerordentlich hohe ergonomische Belastung der Arbeitskräfte, ein in der Forstwirtschaft Indonesiens vorerst kaum beachtetes Problem.
- Die Käufer von Teak-Stammholz bevorzugen Stammabschnitte größerer Länge (etwa $\geq$ 3 - 4 m) und bezahlen dafür höhere Preise pro Festmeter. Das Rücken mit Ochsen erlaubt, vor allem in Hanglagen, häufig nur die Ausformung kürzerer Blöcke, was nennenswerte Erlöseinbussen zur Folge hat. In diesen Fällen

müßten Rückeverfahren eingesetzt werden, welche die Ausformung von längeren Sortimenten gestatten.

- Der Holztransport leidet u.a. unter völlig überalterten LKWs und Waggons. Ein längerfristiges Investitionsprogramm für Ersatzbeschaffungen ist dringend erforderlich.

Aus dieser schlaglichtartigen Aufzählung wird klar ersichtlich, daß die sekundäre forstliche Produktion in den Teakplantagen auf Java eine breite Palette wünschenswerter und/oder notwendiger Verbesserungen bietet. Im folgenden Abschnitt wird versucht, die Verbesserungsmöglichkeiten und deren Effekte aufzuzeigen.

5 DAS OPTIMALE KONZEPT FÜR DIE SEKUNDÄRE FORSTLICHE PRODUKTION

5.1 METHODIK, LÖSUNGSWEG

Unter Fachleuten aus Wissenschaft und Praxis auf Java überwiegt zwar die Meinung, die Bewirtschaftung der Teakplantagen, und vor allem auch die Stufe der sekundären Produktion (Walderschließung, Holzernte und Holztransport), sei verbesserungsbedürftig und -fähig. Es existiert jedoch vorerst kein klares, in sich schlüssiges Konzept, wie dieses Ziel zu erreichen sei. Insbesondere mangelt es an Vorstellungen darüber, welcher methodischen Hilfe man sich bedienen sollte, um zu hinlänglich objektiven, zieladäquaten und nachvollziehbaren Entscheidungsempfehlungen zu gelangen.

Im Folgenden wird der Versuch unternommen, mit Hilfe je für sich bereits bekannter, jedoch in dieser Weise zumindest in Indonesien noch nicht zusammengefügtter Methoden ein Konzept für die optimale Gestaltung der sekundären Produktion in den Teakplantagen zu entwerfen. Als Planungszeitraum wird ein Jahrzehnt angesetzt.

Zunächst sei ein Überblick über den in Abb. 34 als Ablaufschema dargestellten Lösungsweg gegeben. Die Methoden und Kalkulationen im Einzelnen werden in den folgenden Kapiteln in Verbindung mit der konkreten Anwendung behandelt.

Am Anfang stehen Überlegungen über die mit der Teakwirtschaft auf Java verfolgten Ziele und über die Kriterien (= operationale Ziele), die zur Beurteilung von Handlungsalternativen herangezogen werden sollten (Schritt 1 des Ablaufschemas).

Sodann sind im Planungszeitraum mögliche, d.h. realisierbare Alternativen für Holzernte und Holztransport zu konzipieren, die eine Verbesserung gegenüber dem Ist-Zustand erwarten lassen (Schritt 2). In enger Verbindung damit stellt sich die Frage nach dem jeweils vorteilhaftesten Erschließungskonzept, die ihrerseits differenziert werden kann in die Teilfrage nach dem optimalen

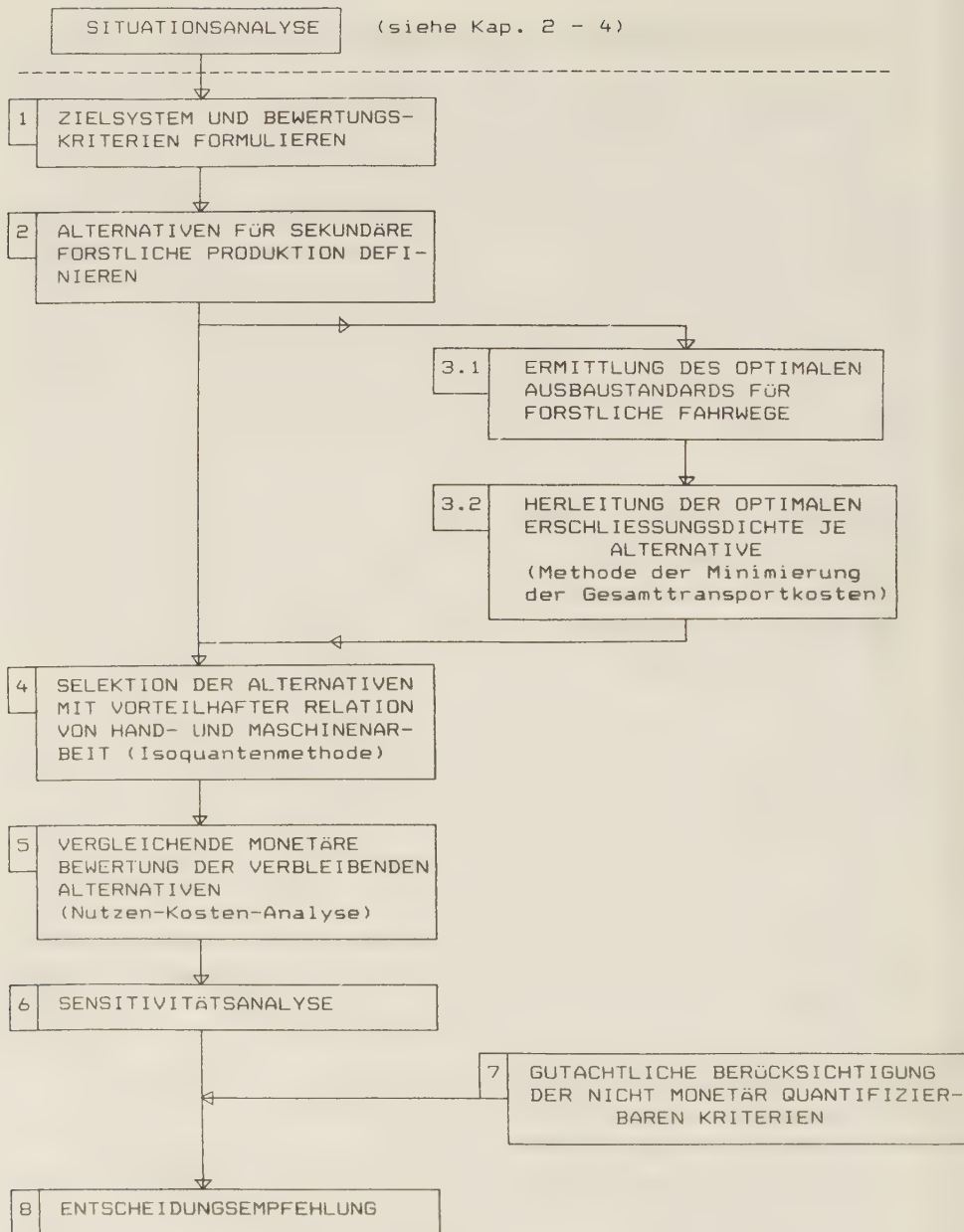


Abb. 34: Ablaufschema zur Optimierung der sekundären forstlichen Produktion in den Teakplantagen auf Java

Ausbaustandard der Forstwege (Schritt 3.1) und in jene nach der optimalen Dichte der Erschließungslinien (Schritt 3.2). Zur Beantwortung letzterer wird die Methode der "Minimierung der Gesamttransportkosten" benutzt.

Aufgabe der Schritte 4 bis 7 ist es, aus den zuvor definierten Alternativen für die sekundäre Produktion die auf dem Hintergrund der Zielsetzung und unter den getroffenen Annahmen vorteilhafteste zu identifizieren. Welches der hierfür zur Verfügung stehenden Bewertungs- oder Vorteilhaftigkeitskalküle angewandt wird, hängt vor allem davon ab, ob es sich bei den zur Messung der Zielerträge heranzuziehenden Kriterien ausschließlich um solche handelt, die in monetären Einheiten und somit kardinal gemessen werden können, oder ob auch Kriterien zu berücksichtigen sind, die sich nur in ordinaler oder Intervallskalierung messen lassen. Im vorliegenden Falle trifft letzteres zu. Das würde an sich dafür sprechen, die Nutzwertanalyse anzuwenden. Wir entschieden uns jedoch aus folgenden Gründen für einen anderen Weg:

- In der Forstwirtschaft Indonesiens ist die Nutzwertanalyse ein bislang noch weithin unbekanntes Instrument. Ein mit ihr erzielttes Ergebnis würde schwerlich akzeptiert werden, zumal es sich auf einen dimensionslosen Nutzwert stützt.

Überdies erschien es im Rahmen dieser Arbeit aussichtslos, für die verschiedenen Komponenten der Nutzwertanalyse, so insbesondere für die Gewichtung der Kriterien und für die Zielertragsfunktion, repräsentative und plausible Informationen zu gewinnen.

- Wie noch zu zeigen sein wird, handelt es sich bei den vorrangigen Kriterien bzw. operationalen Teilzielen um solche wirtschaftlicher bzw. finanzieller und um solche sozio-ökonomischer Art. Letztere betreffen vornehmlich das Ziel, Arbeitsverfahren zu präferenzieren, die ein den sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen Indonesiens angemessenes Verhältnis von Handarbeit zu Maschinenarbeit aufweisen.

Zur Optimierung des Inputs an menschlicher Arbeit und an technischer Energie empfehlen SUNDBERG und SILVERSIDES (1988) die sogenannte Isoquantenmethode. Wir benutzen sie, um in einem ersten Auswahlschritt (Schritt 4 in Abb. 34) die in dieser Hinsicht akzeptablen Handlungsalternativen zu selektieren bzw. die bezüglich dieses (sozio-ökonomischen) Kriteriums unvorteilhaften auszuschneiden.

In Schritt 5 werden die verbleibenden Alternativen mit Hilfe der Nutzen-Kosten-Analyse einer monetären Bewertung unterzogen.

Man muß davon ausgehen, daß die den Kalkulationen zugrunde liegenden Eingangsgrößen, wie insbesondere TAP, Kosten ect., mit einer nicht unerheblichen Unsicherheit behaftet sind und ferner, daß diese Eingangsgrößen sich im Laufe des Planungszeitraumes ändern werden. Zweck der Sensitivitätsanalyse (Schritt 6) ist es, die Auswirkungen variierender Eingangsgrößen auf das Ergebnis der Analysen abzuschätzen. Der dieser Arbeit gesteckte finanzielle und zeitliche Rahmen zwang leider dazu, auf anspruchsvolle Methoden der Sensitivitätsanalyse zu verzichten und sich vielmehr auf einige wenige einfache Alternativkalkulationen zu beschränken. Dieser Schritt sollte deshalb mehr als Anregung für weiterführende Studien und weniger als abschließende Aussage über die Empfindlichkeit der Resultate betrachtet werden.

Als Ergebnis der bis hierher vollzogenen Schritte liegt eine Rangreihung der in die engere Auswahl gezogenen Handlungsalternativen nach finanziellen Gesichtspunkten vor. Für die abschließende Entscheidungsempfehlung (Schritt 8) wird diese Reihung gegebenenfalls modifiziert, wenn sonstige, im bisherigen Entscheidungsprozess noch nicht berücksichtigte und nicht in Geldwert meßbare Kriterien dies angeraten erscheinen lassen (Schritt 7).

5.2 ZIELE UND BEWERTUNGSKRITERIEN

Die Verbesserung eines (unbefriedigenden) Ist-Zustandes hin zu einem Soll- oder Optimalzustand setzt Klarheit über das Ziel oder die Ziele voraus, die der Entscheidungsträger mit seinen Aktivitäten erreichen möchte. Von diesem Ziel bzw. diesen Zielen lassen sich sodann die Kriterien ableiten, mit denen der Grad der Vorteilhaftigkeit bzw. der Zielerreichung der verschiedenen möglichen Handlungsalternativen beurteilt werden kann (vgl. hierzu KROTH, LÖFFLER und TIMINGER, 1976, sowie LÖFFLER und TIMINGER 1977).

Ein derartiges, explizit formuliertes Zielsystem für die Bewirtschaftung der Teakplantagen auf Java gibt es (noch) nicht. Aus den Handlungsmaximen von Perum Perhutani sowie aus Gesprächen mit Forstexperten aus Indonesien darf man jedoch schließen, daß Perum Perhutani das folgende **Oberziel** verfolgt :

- Erwirtschaftung eines möglichst hohen Geldreinertrages,
- unter den Randbedingungen,
 - . Wahrung der Nachhaltigkeit,
 - . Förderung der Holzwirtschaft auf Java,
 - . Schaffung und Erhaltung von Arbeitsplätzen im ländlichen Raum,
 - . Erhöhung des Lebensstandards der ländlichen Bevölkerung.

Hieraus können für die Gestaltung der Stufe der sekundären forstlichen Produktion folgende **Unterziele** abgeleitet werden :

- Wirtschaftliche (finanzielle) Ziele :
Maximierung des erntekostenfreien Ertrages aus dem jeweils vorgegebenem Einschlagsvolumen durch optimale Sortierung und bestmöglichen Holzverkauf sowie - und dies insbesondere - durch Verminderung der Kosten der sekundären forstlichen Produktion.
- Sozialökonomische Ziele :
 - . Bevorzugung von Arbeitsverfahren mit hoher Beschäftigungsmöglichkeit örtlicher Arbeitskräfte,

- . Verbesserung der ergonomischen Situation der Forstarbeiter durch Ausbildung sowie durch Anwendung geeigneter Arbeitsverfahren.
- Waldbauliche Ziele : Erleichterung von Maßnahmen im Bereich der primären forstlichen Produktion (Erleichterung von Pflegemaßnahmen, bessere Vorbeugungs- und Bekämpfungsmöglichkeiten in Bezug auf Waldbrände, bessere Kontrollmöglichkeiten hinsichtlich Holzdiebstahl und illegale Waldweide) durch geeignete Erschließung der Plantagen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde keine Möglichkeit gesehen, die Auswirkungen unterschiedlicher Arbeitsverfahren auf Holzsortierung und Holzverkauf zu untersuchen und zu quantifizieren. Wie gehen davon aus, daß die bei allen Alternativen vorgesehene (bessere) Ausbildung und Schulung des Personals zu entsprechenden Verbesserungen führen wird, und ferner, daß die Auswirkungen bei den Alternativen mit Langholz-Rücken und LKW-Ferntransport größer sein werden. Dieser Effekt findet in Schritt 7 Berücksichtigung.

Im Übrigen werden die Alternativen hinsichtlich der wirtschaftlichen Ziele aufgrund der Kosten der sekundären Produktion (Erschließungskosten inbegriffen) beurteilt.

Was das Ziel der Beschäftigungsmöglichkeit örtlicher Arbeitskräfte anbelangt, so setzen wir, gestützt auf die Ausführungen von SUNDBERG und SILVERSIDES, es als gegeben voraus, daß mit Hilfe der bereits erwähnten Isoquantenmethode jene Alternativen identifiziert werden können, die unter den gegebenen makroökonomischen Bedingungen eine akzeptable Relation von Hand- zu Maschinenarbeit aufweisen. Wiederum im Schritt 7 können sodann etwaige Unterschiede im Arbeitsplatzpotential zwischen den Alternativen gutachtlich berücksichtigt werden.

Die Auswirkung verschiedener Arbeitsverfahren auf Arbeitsbelastung und Arbeitssicherheit muß mangels entsprechender Untersuchungen ebenfalls auf gutachtlichem Wege abgeschätzt werden. Hierzu folgen an anderer Stelle nähere Ausführungen.

Auf die waldbaulichen Ziele wirken die Alternativen der sekundären Produktion vornehmlich über Art und Dichte der Erschließung. In der Tendenz gilt :

- Erschließung mit Fahrwegen ist aus der Sicht der primären Produktion vorteilhafter als jene mit Schienenwegen, und
- der Nutzen nimmt mit steigender Wegedichte zu, jedenfalls in dem in den Teakplantagen vorerst relevanten Dichtebereich unterhalb von ca. 15 bis 20 lfm/ha.

5.3 ALTERNATIVEN FÜR HOLZERNTE UND HOLZTRANSPORT

Bei der Konzeption künftiger Arbeitsverfahren für Holzernte und Holztransport waren folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- Die neuen Lösungen müssen gegenüber dem Status quo in ökonomischer und ergonomischer Hinsicht eine Verbesserung darstellen;
- sie müssen innerhalb des auf ein Jahrzehnt festgesetzten Planungszeitraums realisiert werden können, was praktisch bedeutet, daß der Grad der Mechanisierung, d.h. die Substitution von Hand- durch Maschinenarbeit nur innerhalb enger Grenzen erhöht werden kann;
- schließlich müssen für diese Alternativen hinreichend zuverlässige Informationen über Zeitbedarf, TAP und Kosten verfügbar sein.

Ausgehend einerseits von den in Kap. 2 dargelegten allgemeinen Rahmenbedingungen, von dem in Kap. 3 erörterten Ist-Zustand und von den in Abschnitt 5.2 beschriebenen Zielen von Perum Perhutani und gestützt andererseits auf Diskussionen mit forstlichen Praktikern in Indonesien, entschieden wir uns, bei der Konzeption der Alternativen wie folgt vorzugehen: Die bisherigen Holzernte- und Holztransport-Verfahren werden im Prinzip beibehalten, gegenüber dem Status quo jedoch in den nachstehend genannten Details verbessert:

- Gezielte Ausbildung des Personals auf allen Ebenen
 - . Schulung der Waldarbeiter in der Anwendung effizienter Handarbeitstechniken, in Arbeitssicherheit und in der sachgerechten Wartung der Arbeitsmittel,
 - . Schulung der Vorarbeiter wie vorstehend und zusätzlich in Arbeitsorganisation,
 - . Schulung des Forstpersonals in organisatorischer und ökonomischer Hinsicht.
- Einführung moderner Handwerkzeuge, wie u.a. von AYAZ (1986) beschrieben.
- "Entstörung" der Arbeitsabläufe durch bessere Arbeitsorganisation (Wegfall vermeidbarer unproduktiver Zeiten) wobei auf die Ergebnisse der eigenen Arbeitsstudien zurückgegriffen werden konnte.

Um den der Arbeit gesteckten Rahmen einhalten zu können, konzentrieren wir uns im Übrigen auf einfaches Gelände ($< 15^\circ$ Hangneigung), auf das rd. 60 % der gesamten Teakplantagenfläche entfallen, sowie auf die Verhältnisse bei der Endnutzung (mittlerer BHD = 40 cm).

Als Ergebnis dieser Überlegungen wurden schließlich die in den Abb. 35 bis 40 dargestellten und in Anlage 9 näher beschriebenen Alternativen 1 - 6 formuliert. Sie lassen sich in knapper Form wie folgt charakterisieren:

- A 1 Erschließung durch Schienenwege, Aufarbeitung Kurzholz (< 4 m), Rücken mit Ochsen, Ferntransport mit handgeschobenen Waggons.
- A 2 Erschließung durch befestigte Waldwege, Aufarbeitung Kurzholz (< 4 m), Rücken mit Ochsen, Ferntransport mit LKW.
- A 3 Erschließung durch Schienenwege, Aufarbeitung von Kurzholz (< 4 m), Rücken mit Schlepper, Ferntransport mit handgeschobenen Waggons.

- A 4 Erschließung durch befestigte Waldwege, Aufarbeitung von Kurzholz (< 4 m), Rücken mit Schlepper, Ferntransport mit LKW.
- A 5 Erschließung durch Schienenwege, Aufarbeitung von Langholz (> 4 m), Rücken mit Schlepper, Ferntransport mit handgeschobenen Waggons.
- A 6 Erschließung durch befestigte Waldwege, Aufarbeitung von Langholz (> 4 m), Rücken mit Schlepper, Ferntransport mit LKW.

Die ursprüngliche Absicht, weitere Alternativen mit der Einmann-Motorsäge für Fällen und Aufarbeiten einzubeziehen, ließ sich mangels brauchbarer Informationen über den zu erwartenden Arbeitszeitbedarf und finanziellen Aufwand leider nicht verwirklichen. Für künftige Untersuchungen über längere Planungszeiträume sollte aber diese Absicht weiterverfolgt werden.

Eine entscheidende Frage ist es, wie sich die vorerwähnten Verbesserungen auf Arbeitszeitbedarf und TAP und letztlich auf die Kosten der Holzernte und des Holztransports auswirken würden. Der Plan, im Rahmen der eigenen Arbeitsstudien auch verbesserte, "entstörte" Arbeitsabläufe zu beobachten, wie dies etwa AYZ (1986) in Forstplantagen Pakistans getan hat, mußte leider aufgegeben werden. Wir greifen deshalb auf die gut abgesicherten Erkenntnisse von AYZ zurück. Er konnte nachweisen, daß die unterstellten Verbesserungen eine Steigerung der TAP von durchschnittlich mindestens 20 - 25 % zur Folge haben, bei gleichzeitiger nennenswerter Reduktion der körperlichen Beanspruchung. Wir unterstellen eine Zunahme der TAP um durchschnittlich 20 %. Auch hierzu gilt, daß es wünschenswert wäre, diese Annahme durch entsprechende Feldstudien vor Ort zu untermauern und ggf. zu korrigieren.

Die für jede Alternative resultierenden Werte für Zeitaufwand, TAP und Kosten können den Tab. 32 - 37 entnommen werden; Tab. 38 enthält die entsprechenden Daten für den Status quo. Die jeweils unterstellten Rückeentfernungen sind das Ergebnis der im nachfol-

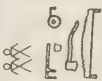
Arbeits- ort Ablauf- abschnitt	Bestand	Rückweg	Fliegender Lagerplatz	Zentral- lagerplatz
Füllen und Aufarbeiten				
Vorliefern und Rücken				
Beladen, Ferntrans- port und Entladen				

Abb. 35: Alternative 1

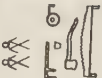
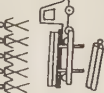
Arbeits- ort Ablauf- abschnitt	Bestand	Rückweg	Fliegender Lagerplatz	Zentral- lagerplatz
Füllen und Aufarbeiten				
Vorliefern und Rücken				
Beladen				
Fern- transport				
Entladen				

Abb. 36: Alternative 2

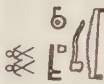
Arbeits- ort Ablauf- abschnitt	Bestand	Rückweg	Fliegender Lagerplatz	Zentral- lagerplatz
Fällen und Aufarbeiten				
Vorliefern und Rücken				
Beladen, Ferntrans- port und Entladen			  	

Abb. 37: Alternative 3

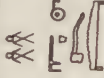
Arbeits- ort Ablauf- abschnitt	Bestand	Rückweg	Fliegender Lagerplatz	Zentral- lagerplatz
Fällen und Aufarbeiten				
Vorliefern und Rücken				
Beladen			  	
Fern- transport				
Entladen				 

Abb. 38: Alternative 4

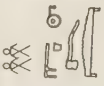
Arbeits- ort Ablauf- abschnitt	Bestand	Rückweg	Fliegender Lagerplatz	Zentral- lagerplatz
Fällen und Aufarbeiten				
Vorliefern und Rücken				
Beladen, Ferntrans- port und Entladen				

Abb. 39: Alternative 5

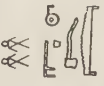
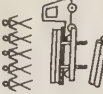
Arbeits- ort Ablauf- abschnitt	Bestand	Rückweg	Fliegender Lagerplatz	Zentral- lagerplatz
Fällen und Aufarbeiten				
Vorliefern und Rücken				
Beladen				
Fern- transport				
Entladen				

Abb. 40: Alternative 6

genden Kapitel beschriebenen Erschließungsoptimierung. Jeder Alternative liegt die für sie zutreffende optimale Erschließungsdichte zugrunde.

Tab. 32: Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 1

Ablaufabschnitt	Aufwand an Arbeitszeit min/m ³	TAP m ³ /Mann und Stunde	Kosten Rp/m ³
1	2	3	4
1. Fällen und Aufarbeiten	77,92	0,77	463,62
2. Rücken mit Ochsen (RE = 694 m)			
- Be- und Entladen	19,23	3,12	416,65
- Rücken	115,38	0,52	2 499,90
3. Ferntransport mit Waggon (TE = 16 km)			
- Beladen	109,09	0,55	841,81
- Transport	272,73	0,22	2 104,57
- Entladen	20,83	2,88	160,74
Ganze Arbeitskette	615,18	0,10	6 487,29

Tab. 33: Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 2

Ablaufabschnitt	Aufwand an Arbeitszeit min/m³	TAP m³/Mann u. Stunde	Kosten Rp/m³
1	2	3	4
1. Fällen und Aufarbeiten	77,92	0,77	463,62
2. Rücken mit Ochsen (RE = 612 m)			
- Be- und Entladen	19,23	3,12	416,65
- Rücken	101,69	0,59	2 203,28
3. Ferntransport mit LKW (TE = 23 km)			
- Beladen	70,59	0,85	1 026,59
- Transport	44,12	1,36	947,84
- Entladen	12,00	5,00	329,20
Ganze Arbeitskette	325,55	0,18	5 387,18

Tab. 34: Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 3

Ablaufabschnitt	Aufwand an Arbeitszeit min/m³	TAP m³/Mann u. Stunde	Kosten Rp/m³
1	2	3	4
1. Fällen und Aufarbeiten	77,92	0,77	463,62
2. Rücken mit Schlepper im Kurzholzverfahren (RE = 492 m)			
- Be- und Entladen	10,22	5,87	659,87
- Rücken	54,55	1,10	3 522,11
3. Ferntransport mit Waggon (TE = 16 km)			
- Beladen	109,09	0,55	841,81
- Transport	272,73	0,22	2 104,57
- Entladen	20,83	2,88	160,74
Ganze Arbeitskette	545,34	0,11	7 752,72

Tab. 35: Zeitaufwand, TAP und Kosten für Alternative 4

Ablaufabschnitt	Aufwand an Arbeitszeit min/m³	TAP m³ /Mann u.Stunde	Kosten Rp/m³
1	2	3	4
1. Fällen und Aufarbeiten	77,92	0,77	463,62
2. Rücken mit Schlepper im Kurzholzverfahren (RE = 434 m)			
- Be- und Entladen	10,22	5,87	659,87
- Rücken	48,00	1,25	3 099,20
3. Transport mit LKW (TE = 23 km)			
- Beladen	70,59	0,85	1 026,59
- Transport	44,12	1,36	947,84
- Entladen	12,00	5,00	329,20
Ganze Arbeitskette	262,85	0,23	6 526,32

Tab. 36: Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 5

Ablaufabschnitt	Aufwand an Arbeitszeit min/m³	TAP m³ /Mann u.Stunde	Kosten Rp/m³
1	2	3	4
1. Fällen und Aufarbeiten	77,92	0,77	463,62
2. Rücken mit Schlepper im Langholzverfahren (RE = 460 m)			
- Be- und Entladen	11,72	5,12	756,72
- Rücken	58,25	1,03	3 761,01
3. Ferntransport mit Waggon (TE = 16 km)			
- Beladen	109,09	0,55	841,81
- Transport	272,73	0,22	2 104,57
- Entladen	20,83	2,88	160,74
Ganze Arbeitskette	550,54	0,11	8 088,47

Tab. 37: Zeitaufwand, TAP und Kosten bei Alternative 6

Ablaufabschnitt	Aufwand an Arbeitszeit min/m³	TAP m³ /Mann u. Stunde	Kosten Rp/m³
1	2	3	4
1. Fällen und Aufarbeiten	77,92	0,77	463,62
2. Rücken mit Schlepper im Langholzverfahren (RE = 405 m)			
- Be- und Entladen	11,72	5,12	756,72
- Rücken	51,28	1,17	3 310,28
3. Ferntransport mit LKW (TE = 23 km)			
- Beladen	70,59	0,85	1 026,59
- Transport	44,12	1,36	947,84
- Entladen	12,00	5,00	329,20
Ganze Arbeitskette	267,63	0,22	6 834,25

Tab. 38: Zeitaufwand, TAP und Kosten beim Status quo

Ablaufabschnitt	Aufwand an Arbeitszeit min/m³	TAP m³ /Mann u. Stunde	Kosten Rp/m³
1	2	3	4
1. Fällen und Aufarbeiten	93,75	0,64	557,81
2. Rücken mit Ochsen (RE = 752 m)			
- Be- und Entladen	23,07	2,60	499,85
- Rücken	150,00	0,40	3 250,00
3. Ferntransport mit LKW (TE = 23 km)			
- Beladen	84,51	0,71	877,90
- Transport	206,90	0,29	2 149,30
- Entladen	20,98	2,86	217,94
Ganze Arbeitskette	579,98	0,10	7 552,80

5.4 DAS OPTIMALE ERSCHLIEßUNGSKONZEPT

Es wurde an anderer Stelle bereits angedeutet, daß die Frage nach dem optimalen Erschließungskonzept zwei Teilfragen beinhaltet, nämlich

- jene nach dem vorteilhaftesten (technischen) Ausbaustandard der Fahrwege und
- jene nach der optimalen Dichte der Erschließungslinien.

5.4.1 Ausbaustandard der Fahrwege

Es sei in Erinnerung gerufen, daß es für die Fahrwege in den Teakplantagen auf Java drei verschiedene Ausbaustandards gibt:

- befestigte Wege mit Tragschicht über die ganze Fahrbahnbreite,
- Spurwege mit Befestigung lediglich der beiden Fahrspuren, und
- unbefestigte Wege ohne Tragschicht.

Wir wollen prüfen, welche dieser Bauweisen die vorteilhafteste ist. Dabei beschränken wir uns auf den Vergleich befestigter und unbefestigter Fahrwege; Spurwege spielen insgesamt gesehen eine untergeordnete Rolle.

Als Entscheidungshilfe kann man sich der Regel bedienen, wonach der Ausbaustandard mit der niedrigsten Annuität, umfassend Kapitaldienst für die Investition, laufende Instandhaltungskosten und direkte Ferntransportkosten (ohne Be- und Entladen), der vorteilhafteste ist. Zur Herleitung der Annuität (in Rp/km und Jahr) je für befestigte und unbefestigte Wege gehen wir von folgenden Grundlagen aus:

		unbefestigte Fahrwege	befestigte Fahrwege
1. Neubaukosten	Rp/km	9.000.000	15.000.000
2. Amortisations- zeitraum	Jahre	5 (10)	20
3. Kalkulations- zinsfuß	%	3,5	3,5
4. Kapitaldienst	Rp/km u. Jahr	1.993.300 (1.082.200)	1.055.400
5. lfd. Instandhal- tungskosten	Rp/km u. Jahr	550.000	500.000
6. Direkte Transportkosten	Rp/m ³ u. km	50	21
7. Transportvolumen	m ³ /Jahr	300	300
8. Direkte Transportkosten	Rp/km u. Jahr	15.000	6.300

Neubau- und Instandhaltungskosten wurden in Anlehnung an Tab. 25 festgesetzt. Die Amortisationszeiträume beruhen auf Angaben von Perum Perhutani. Der kurze Amortisationszeitraum für unbefestigte Wege wird damit begründet, daß i.D. nach etwa 5 Jahren die Abnutzung ein Ausmaß erreicht habe, das eine Generalinstandsetzung, die einer Neuanlage nahekomme, erforderlich mache. Wir rechnen daneben alternativ auch mit 10 Jahren.

Die unter Ziff. 6 angegebenen direkten Transportkosten entstammen Tab. 29 und gehen auf eigene Arbeitsstudien und Berechnungen zurück. Auf direkten Beobachtungen beruhende Informationen über das durchschnittliche Transportvolumen gibt es nicht. Wir kalkulierten diese Größe deshalb über den durchschnittlichen Holzeinschlag (3 m³/ha und Jahr) und eine mittlere Wegedichte von 10 m/ha. Sodann ist Ziff. 8 das Produkt aus Ziff. 6 und 7. Man erkennt, daß die direkten Transportkosten von untergeordneter Bedeutung sind.

Es errechnen sich folgende Annuitäten:

	<u>Rp/km und Jahr</u>
- Unbefestigte Fahrwege	
Abschreibungszeitraum 5 Jahre	rd. 2.560.000
Abschreibungszeitraum 10 Jahre	rd. 1.650.000
- Befestigte Fahrwege	rd. 1.560.000

Demnach sind Fahrwege mit ausreichend dimensionierter Trag- bzw. Befestigungsschicht den unbefestigten Wegen ökonomisch gesehen mehr oder minder deutlich überlegen. Für alle nachfolgenden Kalkulationen unterstellen wir deshalb im Falle von Fahrwegen den Ausbaustandard "befestigt".

5.4.2 Die optimale Erschließungsdichte

Die optimale Dichte an Erschließungslinien in einem Waldgebiet kann, wie DIETZ et al. (1984) ausführen, entweder auf empirischem Wege mittels Variantenvergleich oder durch analytischen Ansatz nach der Methode der "Minimierung der Gesamttransportkosten" abgeschätzt werden. Der erstere Weg empfiehlt sich, wenn es um die Planung für ein konkretes, flächenmäßig klar abgegrenztes und in der Regel kleineres Gebiet geht. Der analytische Ansatz wird gewählt, wenn erste Vorstellungen über das Erschließungsoptimum unter monetären Aspekten in großen Waldgebieten zu erarbeiten sind. Im vorliegenden Falle trifft letzteres zu.

Die Schätzung der rechnerisch optimalen Erschließungsdichte geht auf Arbeiten vor allem von SOOM (1950) in der Schweiz und SUNDBERG (1953) in Schweden zurück. Danach ist die optimale Erschließungsdichte dann erreicht, wenn die sog. Gesamttransportkosten ein Minimum erreichen. Die in Rp/ha und Jahr ausgedrückten Gesamttransportkosten setzen sich aus jenen Einzeleffekten der Walderschließung zusammen, die monetär meßbar sind und sich mathematisch als stetige Funktion der Erschließungsdichte darstellen lassen. Üblicherweise finden Berücksichtigung

- die Neubaukosten für die Erschließungsanlagen bzw. der hierfür entstehende Kapitaldienst,

- die Kosten der laufenden Instandhaltung der Erschließungsanlagen und
- die Rückekosten, soweit entfernungsabhängig.

ABEGG (1978) sowie LÖFFLER und DÜRRSTEIN (1985) haben gezeigt, daß weitere Effekte in das Kalkül einbezogen werden können, wodurch sich praxisnähere Ergebnisse erzielen lassen. Im vorliegenden Falle war es nicht möglich, für diese Wirkungen, wie Zu- und Abgangszeiten von Forstpersonal und Waldarbeitern, Ertragsausfall durch Wegeaufhieb etc., hinlänglich sichere Grundlagen zu beschaffen. Wir beschränken uns deshalb auf die vorgenannten drei Einzelkosten.

Die analytische Methode kann als graphisch-rechnerische Iteration oder rein numerisch mit Hilfe der Differentialrechnung durchgeführt werden.

Bei dem erstgenannten Lösungsweg erhält man den Verlauf der GTK-Kurve über der Wegedichte, wie dies die Abb. 41 für die Alternative 6 zeigt. Hier liegen folgende Basisdaten zugrunde: Wegeneubaukosten 12.000 Rp/m, Instandhaltungskosten 500 Rp/m und Jahr, Kalkulationszinsfuß 3,5 %, Amortisationszeitraum 20 Jahre, entfernungsabhängige Rückekosten 819 Rp/m³ und hm, Holzeinschlag 5 m³/ha und Jahr.

Am tiefsten Punkt der Kurve liegt die optimale Wegedichte; im Beispiel bei etwa 12 - 13 m/ha. Charakteristisch und für die praxisorientierte Interpretation von Bedeutung ist es, daß die GTK-Kurve links vom Optimum rasch und steil, rechts davon hingegen nur langsam ansteigt. Eine gewisse "Übererschließung" ist demnach vom finanziellen Standpunkt aus gesehen weniger bedenklich als eine "Untererschließung".

Im weiteren verwenden wir die rechnerische Lösung. Sie liefert unmittelbar die optimale Erschließungsdichte, an Fahrwegen ebenso wie an Eisenbahnlinien, hat allerdings den Nachteil, daß der Verlauf der GTK-Kurve über der Erschließungsdichte unbekannt bleibt.

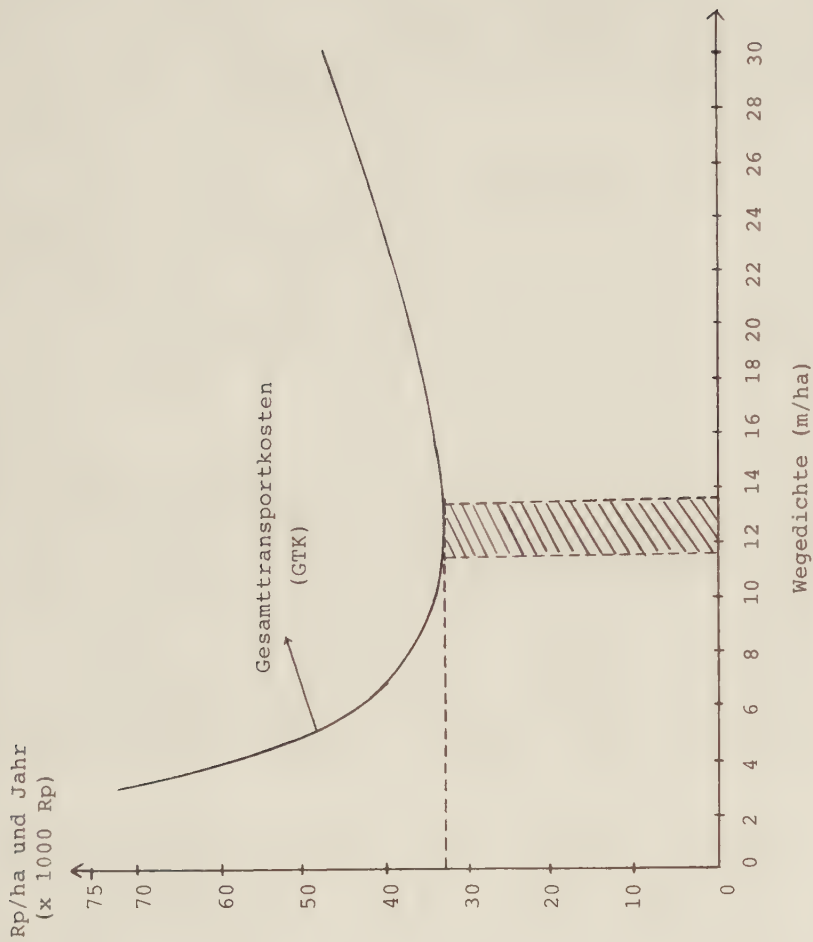


Abb. 41: Die graphisch-rechnerische Herleitung der optimalen Wegedichte

Wenn

- NK = Kapitaldienst für Neubaukosten in Rp/ha und Jahr,
- IK = Instandhaltungskosten in Rp/ha und Jahr,
- RK = entfernungsabhängige Rückekosten in Rp/ha und Jahr,
- GTK = Gesamttransportkosten in Rp/ha und Jahr,
- GTK' = erste Ableitung von GTK,
- ED = Dichte an Erschließungslinien in m/ha,
- ED_{opt} = optimale Erschließungsdichte in m/ha,

dann gilt:

$$GTK = NK + IK + RK$$

$$GTK' = \frac{dGTK}{dED}$$

und, gleich Null gesetzt und nach ED aufgelöst

$$GTK' = \frac{dGTK}{dED} = 0 \longrightarrow ED_{opt}.$$

Vor allem SANKTJOHANSER (1971) hat darauf aufmerksam gemacht, daß für unterschiedliche Rückeverfahren jeweils eigene Optimierungsrechnungen notwendig sind. Das trifft für unsere 6 Alternativen zu. Im Sinne einer Sensitivitätsanalyse werden außerdem die Werte für die Neubaukosten und für den Holzeinschlag variiert. In Tab. 39 sind die den Optimierungsrechnungen zugrundeliegenden Basisdaten aufgelistet. Nach den vorgeschalteten Überlegungen zum optimalen Ausbaustandard werden neben Bahnlinien nur noch befestigte Waldwege berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Kalkulation zur optimalen Erschließungsdichte sind aus Tab. 40 zu ersehen. Sie gelten, entsprechend der Definition der Alternativen in Kap. 5.3, nur für einfache Gelände-verhältnisse; die Situation für Hänge > 15° Neigung bleibt außer Betracht.

Zur Herleitung der mittleren Rückeentfernung je Alternative mit Hilfe des Gesamtkorrekturfaktors und für alle weiteren Kalkulationen verwenden wir die jeweils höchste Erschließungsdichte aus

Tab. 39: Basisdaten zur Herleitung der optimalen Erschließungsdichte

	Maß- einheit	Befestigte Waldwege	Waldeisen- bahn
1	2	3	4
1. Neubaukosten	Rp/m Rp/m Rp/m	- a) 15.000 b) 12.000	17.500 - -
2. Kalkulationszinsfuß	%	3,5	3,5
3. Amortisationszeitraum	Jahre	20	20
4. Instandhaltungskosten	Rp/m u. Jahr	500	500
5. Holzeinschlag	m ³ /ha u. Jahr	a) 5 b) 3	5 3
6. Entfernungabhängige Rückekosten			
a) Rücken mit Ochsen (Kurzholz < 4 m)	Rp/m ³ u. hm	359	359
b) Rücken mit Schleppe - Kurzholzverfahren (< 4 m)	Rp/m ³ u. hm	715	715
- Langholzverfahren (> 4 m)	Rp/m ³ u. hm	819	819
c) Rücken mit Ochsen beim Status quo	Rp/m ³ und hm	431	431
7. Gesamtkorrekturfaktor	-	2	2

Tab. 40. Auf diese Weise sollen jene (positiven) Wirkungen der Erschließung gutachtlich und pauschal abgegolten werden, die in der Optimierungsrechnung keine ausdrückliche Berücksichtigung gefunden haben.

Vergleicht man die optimalen Erschließungsdichten mit dem gegenwärtigen (1985) Stand der Erschließung (Fahrwege aller Art und Bahnlinien zusammengekommen), nämlich Zentraljava 15,3 m/ha, Ostjava 5,9 m/ha und Westjava 2,6 m/ha, dann zeigt sich, daß vorerst lediglich in Zentraljava eine in quantitativer Hinsicht mehr oder minder ausreichende Erschließung der Plantagen vorhanden ist.

5.5 DER OPTIMALE MECHANISIERUNGSGRAD (ISOQUANTEN-METHODE)

SUNDBERG (1979) fand eine enge Beziehung zwischen Energieverbrauch von Forstmaschinen und den Maschinensachkosten. Später (1982) konnte er beweisen, daß die Sachkosten von Forstmaschinen sich in Geldeinheiten pro verbrauchtem Liter Treibstoff ausdrücken lassen. Diese Zusammenhänge benutzte er, um die aus den Wirtschaftswissenschaften stammende sog. Isoquanten-Methode, auch Isoquanten-Modell oder Produktionsfunktion genannt, auf forstliche Verhältnisse zu adaptieren. Diese Methode ermöglicht es, den Einsatz von menschlicher Arbeitskraft und von Maschinenarbeit zu optimieren (SUNDBERG und SILVERSIDES, 1988).

Die Anwendung des Isoquanten-Modells ist an einige Vorbedingungen geknüpft:

- Das Endprodukt der verschiedenen Arbeitsverfahren muß dasselbe sein;
- die Arbeitsbedingungen, in unserem Falle die Baumarten und die Bestandesverhältnisse, müssen mehr oder minder identisch sein; die Input-Variablen, das sind die menschliche Arbeitskraft und die Maschinenarbeit, müssen in physikalischen Maßeinheiten ausdrückbar und die Kosten für eine Input-Einheit in Geld quantifizierbar sein.

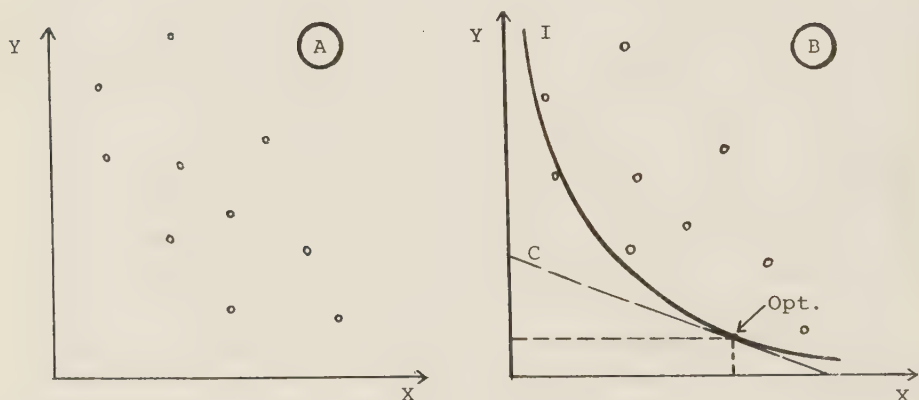
Tab. 40: Die optimale Erschließungsdichte

	WD _{opt} *)					BD _{opt} **)	
	15 000 Rp/m		12 000 Rp/m			3 m³	5 m³
Wegeneubaukosten	3 m³	5 m³	3 m³	5 m³	3 m³	5 m³	
Holzeinschlag (m³/ha u. Jahr)	3 m³	5 m³	3 m³	5 m³	3 m³	5 m³	
1	2	3	4	5	6	7	
Status quo	6,45	8,32	6,93	8,95	-	-	
Alternative 1	-	-	-	-	5,58	7,20	
Alternative 2	5,88	7,60	6,33	8,17	-	-	
Alternative 3	-	-	-	-	7,87	10,16	
Alternative 4	8,30	10,72	8,93	11,53	-	-	
Alternative 5	-	-	-	-	8,42	10,87	
Alternative 6	8,89	11,87	9,58	12,34	-	-	

*) WD_{opt} = optimale Dichte an befestigten Fahrwegen
 BD_{opt} = optimale Dichte an Eisenbahnlinien

Diese Voraussetzungen sind für die vorliegende Fragestellung hinreichend erfüllt. Die Input-Variable menschliche Arbeitskraft läßt sich in Arbeitstagen oder Arbeitsstunden je Produktionseinheit (je Festmeter), die Variable Maschinenarbeit in Liter Treibstoffverbrauch pro Festmeter quantifizieren.

Die Grundlagen und die Anwendung der Isoquanten-Methode seien anhand von Abb. 42 erläutert:



X = Input an menschlicher Arbeitskraft (Mannstunden/m³),
Y = Input an Maschinenarbeit (Liter Treibstoff/m³),
o = konkretes Arbeitsverfahren,
I = Isoquantenlinie,
C = Kostenlinie

Abb. 42: Das Isoquantenmodell zur Steuerung des optimalen Grades der Mechanisierung (im Anhalt an SUNDBERG und SILVERSIDES, 1988)

Die zu untersuchenden Arbeitsverfahren werden durch die Parameter Mannstunden/m³ und Treibstoffverbrauch/m³ charakterisiert und, wie in Abb. 42 A dargestellt, in das Isoquantendiagramm eingetragen. Sodann wird die sog. Isoquantenlinie (I) gesucht und numerisch formuliert. Es ist dies jene Funktion, welche den Streubereich der konkreten Beobachtungen gegen die X- und die Y-Achse begrenzt (Abb. 42 B). Sie hat die allgemeine Form

$$Y = a + \frac{b}{X}.$$

a und b sind Konstanten, die auf regressionsanalytischem Weg aus den Einzelbeobachtungen zu bestimmen sind.

Schließlich wird die Kostenlinie C berechnet. Sie ergibt sich, wenn d = Kosten pro Einheit Maschinenarbeit (Rp/l) und e = Kosten pro Einheit menschlicher Arbeit (Rp/Mannstunde), aus

$$C = d \cdot Y + e \cdot X,$$

und bildet eine Tangente an die Isoquantenlinie.

Das Isoquantendiagramm nach Abb. 42 B gestattet folgende Aussagen:

- Die jeweils vorteilhafteste Mischung aus Hand- und Maschinenarbeit weisen jene Arbeitsverfahren auf, die auf oder nahe der Isoquantenlinie liegen.
- Der unter den gegebenen Handarbeits- und Maschinenkosten finanziell vorteilhafteste Inputmix liegt beim Berührungspunkt von Isoquanten- und Kostenlinie. Er läßt sich aus folgender Gleichung bestimmen:

$$X = \sqrt{\frac{b \cdot d}{e}}.$$

Über die von SUNDBERG und SILVERSIDES gebrachten Beispiele hinaus ist unseres Wissens die Isoquantenmethode im forstlichen Bereich noch nicht angewandt worden. Es war deshalb im Falle unserer

Problemstellung und unseres Datenmaterials zunächst ungewiß, ob dieses Modell zu plausiblen Ergebnissen führen würde.

Die den folgenden Kalkulationen zugrundeliegenden Basisdaten sind in Anl. 10 ausführlich, in Tab. 41 zusammenfassend dargestellt. Die Position der Alternativen im Isoquantendiagramm ist durch die Werte in Spalte 4 und 7 von Tab. 41 fixiert (Abb. 43 A). Die Regressions- und Korrelationsanalyse ergab folgende Isoquantenlinie (Abb. 43 B):

$$Y = - 7,5086 + \frac{69,95}{X}$$

mit dem überraschend hohen Korrelationskoeffizient von 0,936 (B = 0,876). Man darf daraus wohl schließen, daß die Isoquantenmethode auf das gegebene Datenmaterial grundsätzlich anwendbar ist.

Nach der vorerwähnten Interpretations- und Entscheidungsregel weisen die Alternativen 1, 2, 4 und 6 einen vergleichsweise vorteilhaften Inputmix auf, während die Alternativen 3 und 5 sowie der Status quo demgegenüber deutlich ungünstiger abschneiden.

Die Kostenlinie wurde auf der Basis der in Tab. 42 verzeichneten Werte berechnet (Abb. 43 B). Sie lautet:

$$C = 446 \cdot Y + 466 \cdot X.$$

Hieraus läßt sich ableiten, daß die kostengünstigste Mischung von Hand- und Maschinenarbeit unter der in den Teakplantagen auf Java gegebenen aktuellen Kostensituation bei $X = 8,18$ Mannstunden/m³ und $Y = 0,94$ Liter Treibstoff/m³ gegeben wäre. Diesen Werten würden die Alternativen 1 und 2 am ehesten entsprechen. Wir werden dennoch bei den weiteren Analysen auch die Alternativen 4 und 6 in Betracht ziehen, u.a. im Hinblick darauf, daß, wie in Kap. 5.1 und Kap. 5.2 dargelegt wurde, bei der Entscheidungsempfehlung noch andere Kriterien zu berücksichtigen sind.

Tab. 41: Basisdaten zur Isoquantenmethode

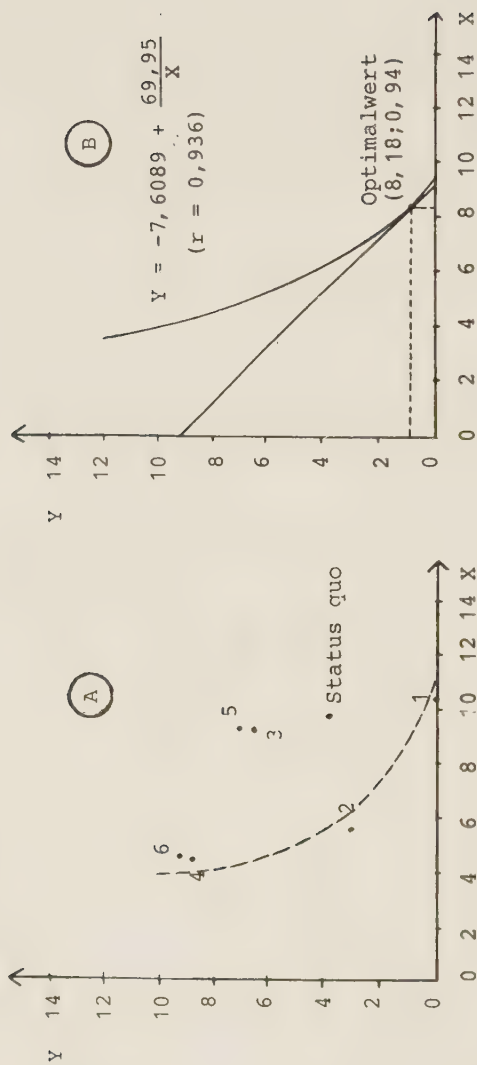
Alternative (Arbeitsverfahren)	TAP m ³ /Mann u. Stunde	Aufwand an Arbeitszeit min/m ³	Arbeits- kräfte Input Mann-Std./m ³	Treibstoffverbrauch		
				Rücken ¹⁾ Liter/m ³	Ferntransport ²⁾ Liter/m ³	Summe Sp. 5+6 Liter/m ³
1	2	3	4	5	6	7
Status quo						
Alternative 1	0,10	579,98	9,67	0	3,72	3,72
Alternative 2	0,10	615,18	10,25	0	0	0
Alternative 3	0,18	325,55	5,43	0	2,93	2,93
Alternative 4	0,11	545,34	9,09	6,48	0	6,48
Alternative 5	0,23	262,85	4,38	5,82	2,93	8,75
Alternative 6	0,11	550,54	9,17	7,00	0	7,00
	0,22	267,63	4,46	6,30	2,93	9,23

1) Rücken:

- Rücken mit Ochsen: Treibstoffverbrauch = 0
- Rücken mit Schlepper: Treibstoffverbrauch = 12 l/Std.

2) Ferntransport:

- Ferntransport mit Waggon: Treibstoffverbrauch = 0
- Ferntransport mit LKW: Treibstoffverbrauch = 5 l/Std.



X = Arbeitskräfteinput (Mann-Std./m³)
Y = Maschineninput (Liter Treibstoff/m³)

Abb. 43: Isoquanten-Modell der Holzernte im Flachland (< 15°) in den Teakplantagen auf Java.

Tab. 42: Basisdaten zur Herleitung der Kostenlinie (Arbeits- und Maschinenkosten)

Aktivität	Arbeitskosten Rp/Std.	Maschinensachkosten	
		Rp/Std.	Rp/Liter Treibstoff
1	2	3	4
Fäller	357		
Rücker			
- Rücken mit Ochsen	500		
- Rücken mit Schlepper			
. Fahrer	700		
. Beifahrer	500		
Be- und Entladearbeiter so- wie Ferntransport mit Waggons	357		
Ferntransport mit LKW			
- Fahrer	500		
- Beifahrer	350		
Schlepper	-	6 548	546
LKW	-	1 728	346
im Durchschnitt	466	-	446

5.6 VARIANTENVERGLEICH MIT HILFE DER NUTZEN-KOSTEN-ANALYSE

Bei der Nutzen-Kosten-Analyse werden die monetär meßbaren Auswirkungen der einzelnen Handlungsalternativen erfaßt. Im Rahmen des Variantenvergleichs wird dann jene Alternative ermittelt, die den höchsten finanziellen Netto-Nutzen verspricht.

Zur Nutzen-Kosten-Analyse gibt es bereits zahlreiche Literatur (z.B. RECKTENWALD, 1971; SELLNOW, 1973; MEYKE, 1973; MISHAM, 1975; HANUSCH, 1987), die dieses Thema in allgemein-theoretischer Form abhandelt. LÖFFLER und TIMINGER (1977), DIETZ et al. (1984), sowie LÖFFLER und DÜRRSTEIN (1985) haben über die Nutzen-Kosten-Untersuchung in Verbindung mit Walderschließungsplanung aus anwendungsorientierter Sicht und über deren Vor- und Nachteile berichtet.

Speziell für die Anwendung der Nutzen-Kosten-Analyse im forstwirtschaftlichen Bereich ist dem Verfasser nur die Studie der DORNIER SYSTEM GmbH (1971) bekannt.

Nachfolgend werden die nach der Bewertung mit Hilfe der Isoquanten-Methode verbleibenden Alternativen 1, 2, 4 und 6 in einem Variantenvergleich dem Status quo gegenübergestellt.

Im Kap. 5.2 wurde bereits erwähnt, daß es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist, die Auswirkungen unterschiedlicher Arbeitsverfahren auf Holzsortierung und Holzverkauf zu untersuchen und zu quantifizieren. Wir beschränken uns daher auf folgende Bewertungskriterien:

- Mehrkosten bzw. Kostensenkung beim Wege- bzw. Eisenbahnneubau, ausgedrückt in Beträgen der Annuitäten
- Mehrkosten bzw. Kostensenkung der laufenden Wege- bzw. Eisenbahnunterhaltung
- Mehrkosten für die Waldarbeiterausbildung
- Mehrkosten bzw. Kostensenkung beim Fällen und Aufarbeiten
- Mehrkosten bzw. Kostensenkung beim Rücken
- Mehrkosten bzw. Kostensenkung beim Ferntransport.

Als Meßgröße zur Rangbildung der Alternativen wurde die Differenz aus Nutzen (Kostensenkung) und Kosten (Mehrkosten) (N-K) eingesetzt.

Die Wegebaukosten für den Status quo wurden in Anlehnung an Tab. 25 hergeleitet. Die Amortisationszeiträume beruhen auf Angaben von Perum Perhutani:

- Befestigte Waldwege: 20 Jahre
- Spurwege und unbefestigte Waldwege: 5 Jahre

Ausgehend von den Amortisationszeiträumen wurde für einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren der Vorwert der Wegebaukosten der einzelnen Wegekategorien mit Hilfe der Diskontierungsmethode ermittelt.

Diskontierungsmethode:
(in Anlehnung an KROTH, 1973)

$$K_o = k + \sum_{t=n, 2n, 3n}^{N-n} \frac{k}{1,0 \cdot p^t}$$

Mit: k_o = Vorwert der Wegebaukosten

k = Wegebaukosten

N = Betrachtungszeitraum (hier: 20 Jahre)

n = Periodischer Neubau der Spurwege und unbefestigter Waldwege

p = Kalkulationszinsfuß

t = Zeitpunkt des erneuten Wegebaus (hier: nach 5, 10, 15 Jahren)

Unter Berücksichtigung der Anteile der einzelnen Wegekategorien beim Status quo (befestigte Waldwege 53 %; Spurwege 9 % und unbefestigte Waldwege 38 %) wurde ein gemittelter Vorwert der Wegebaukosten (k_o) von 24 320 Rp/m errechnet (Basisdaten dazu: s. Tab. 25). Diese hohen Wegebaukosten des Status quo erklären sich durch den kurzen Amortisationszeitraum (5 Jahre!) für unbefestigte Waldwege und Spurwege.

Aus dem Vorwert der Wegebaukosten wurde die Annuität der Wegebaukosten des Status quo wie folgt hergeleitet:

- Wegedichte (WD) i.D. = 6.65 m/ha
- Vorwert der Wegebaukosten (ko) = 24 320 Rp/m
- Betrachtungszeitraum (N) = 20 Jahre
- Kalkulationszinsfuß (p) = 3,5 %
- Annuität der Wegebaukosten (ak; Rp/m und Jahr)

Annuitätenmethode:
(Nach KROTH, 1973)

$$ak = ko \cdot \frac{1,0 p^N \cdot 0,0 p}{1,0 p^N - 1}$$

$$ak = 24\,320 \cdot 0,070358$$

$$= 1\,711,11 \quad \text{Rp/m und Jahr}$$

Annuität der Wegebaukosten pro ha und Jahr

$$= WD \cdot ak$$

$$= 6,65 \cdot 1\,711,11$$

$$= 11\,379 \quad \text{Rp/ha und Jahr}$$

Für die Unterhaltungskosten der Waldwege beim Status quo wurden folgende Werte angenommen:

- Befestigte Waldwege 500 Rp/m und Jahr
- Spurwege und unbefestigte Waldwege 550 Rp/ha und Jahr

Nach den Anteilen der einzelnen Wegekategorien ergeben sich daraus folgende durchschnittliche Unterhaltungskosten.

- Wegeunterhaltungskosten i.D. (Ik; Rp/m und Jahr)

$$Ik = 53 \% \cdot 500 + 9 \% \cdot 550 + 38 \% \cdot 550$$

$$= 524 \quad \text{Rp/m und Jahr}$$

- Wegeunterhaltungskosten pro ha und Jahr

$$= WD \cdot Ik$$

$$= 6,65 \cdot 524$$

$$= 3\,485 \quad \text{Rp/ha und Jahr}$$

Mit Hilfe der Basisdaten in Anlagen 11a und b wurden der Status quo und die Handlungsalternativen durch die Nutzen-Kosten-Analyse bewertet.

Am Beispiel des Status quo soll weitergehend die Herleitung der Erschließungs-, Holzernte- und Ferntransportkosten erläutert werden:

a Erschließungskosten (nach DIETZ et al. 1984):

$$\begin{aligned}
 &\text{a.1 Wege- bzw. Eisenbahnbaukosten (Rp/ha und Jahr)} \\
 &\quad = \text{Wegedichte (m/ha)} \cdot \text{Rentifizierungsfaktor} \cdot \\
 &\quad \quad \text{Wegebaukosten (Rp/m)} \\
 &\text{Status quo} = 6,65 \cdot 0,070358 \cdot 24\,320 \\
 &\quad = 11\,379 \qquad \qquad \text{Rp/ha und Jahr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{a.2 Wege- bzw. Eisenbahnunterhaltungskosten (Rp/ha und Jahr)} \\
 &\quad = \text{Wegedichte (m/ha)} \cdot \text{Wegeinstandhaltungskosten} \\
 &\quad \quad (\text{Rp/ha und Jahr}) \\
 &\text{Status quo} = 6,65 \cdot 524 \\
 &\quad = 3\,485 \qquad \qquad \text{Rp/ha und Jahr}
 \end{aligned}$$

b Holzerntekosten:

b.1 Fäll- und Aufarbeitungskosten (Rp/ha und Jahr)

$$\begin{aligned}
 &\quad = \frac{\text{Kosten pro Betriebsstunde}}{\text{Summe der Arbeiter}} \cdot \frac{1}{\text{TAP}} \cdot \text{Holzeinschlag} \\
 &\quad \quad \quad (\text{m}^3/\text{ha und Jahr}) \\
 &\text{Status quo} = \frac{714}{2} \cdot \frac{1}{0,64} \cdot 5 \\
 &\quad = 2\,789 \qquad \qquad \text{Rp/ha und Jahr}
 \end{aligned}$$

b.2 Rückekosten:

b.2.1 Be- und Entladekosten (Rp/ha und Jahr)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Kosten pro Betriebsstunde}}{\text{Summe der Arbeiter}} \cdot \frac{1}{\text{TAP}} \cdot \text{Holzeinschlag} \\ &\quad (\text{m}^3/\text{ha und Jahr}) \\ \text{Status quo} &= \frac{1\ 300}{1} \cdot \frac{1}{2,60} \cdot 5 \\ &= 2\ 500 \quad \text{Rp/ha und Jahr} \end{aligned}$$

b.2.2 Rückekosten (Rp/ha und Jahr)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Durchschn. Rückeentf. (m)}}{100\ \text{m}} \cdot \text{Entf. abhg. Rückekosten} \\ &\quad (\text{Rp/m}^3 \text{ und hm}) \\ &\quad \cdot \text{Holzeinschlag (m}^3/\text{ha und Jahr)} \\ \text{Status quo} &= \frac{752}{100} \cdot 431 \cdot 5 \\ &= 16\ 205 \quad \text{Rp/ha und Jahr} \end{aligned}$$

c Ferntransport

c.1 Beladekosten (Rp/ha und Jahr)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Kosten pro Betriebsstunde}}{\text{Summe der Arbeiter}} \cdot \frac{1}{\text{TAP}} \cdot \text{Holzein-} \\ &\quad \text{schlag (m}^3/\text{ha und Jahr)} \\ \text{Status quo} &= \frac{4\ 363}{7} \cdot \frac{1}{0,71} \cdot 5 \\ &= 4\ 389 \quad \text{Rp/ha und Jahr} \end{aligned}$$

c.2 Fahrkosten (Rp/ha und Jahr)

$$= \frac{\text{Kosten pro Betriebsstunde}}{\text{Summe der Arbeiter}} \cdot \frac{1}{\text{TAP}} \cdot \text{Holzein-} \\ \text{schlag (m}^3/\text{ha und Jahr)}$$

$$\begin{aligned} \text{Status quo} &= \frac{4\,363}{7} \cdot \frac{1}{0,29} \cdot 5 \\ &= 10\,746 \quad \text{Rp/ha und Jahr} \end{aligned}$$

c.3 Entladekosten (Rp/ha und Jahr)

$$= \frac{\text{Kosten pro Betriebsstunde}}{\text{Summe der Arbeiter}} \cdot \frac{1}{\text{TAP}} \cdot \text{Holzeinschlag (m}^3/\text{ha und Jahr)}$$

$$\begin{aligned} \text{Status quo} &= \frac{4\,363}{7} \cdot \frac{1}{2,86} \cdot 5 \\ &= 1\,090 \quad \text{Rp/ha und Jahr} \end{aligned}$$

Die Berechnungsergebnisse der Erschließungskosten, Fäll- und Aufarbeitungskosten, Rücke- und Ferntransportkosten für den Status quo und Alternativen 1, 2, 4 und 6 sind in den Abb. 44 - 47 zusammenfassend dargestellt.

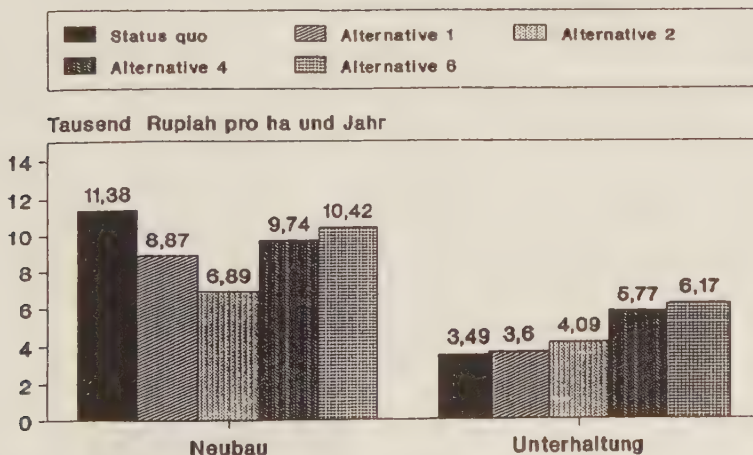


Abb. 44: Erschließungskosten des Status quo und der Alternativen 1, 2, 4 und 6

Die Annuität der Wegeneubaukosten beim Status quo liegt höher als die der Alternativen. Der Grund dafür ist, daß die Baukosten der Spurwege und unbefestigten Waldwege, wie schon in Kap. 5.4.1 erwähnt, langfristig gesehen (Zeitraum von 20 Jahren) teurer als die der befestigten Waldwege sind. Die Zunahme der Unterhaltungskosten bei den Alternativen 1, 2, 4 und 6 gegenüber dem Status quo ist durch die höhere Wegedichte bedingt.

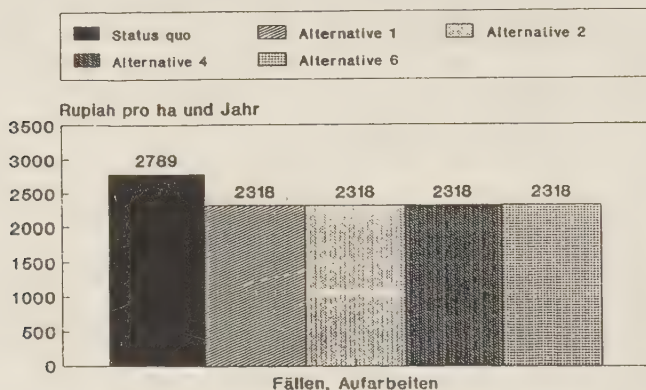


Abb. 45: Fäll- und Aufarbeitungskosten des Status quo und Alternativen 1,2,4 und 6

Die niedrigeren Fäll- und Aufarbeitungskosten der Alternativen 1, 2, 4 und 6 ergeben sich durch die pauschalierte Erhöhung der TAP bei der Alternativen um 20 % (Kap. 5.3).

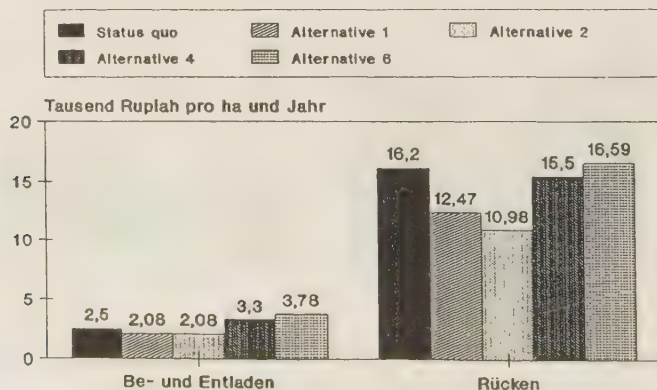


Abb. 46: Rückekosten des Status quo und der Alternativen 1,2,4 und 6

Das Rücken mit Ochsen (Alternativen 1 und 2) erweist sich als die kostengünstigste Alternative. Die höheren Rückekosten beim Schlep-pereinsatz (Alternativen 4 und 6) werden, wie bereits in Kap. 4.3 erläutert, durch die hohen Kosten pro Betriebsstunde, die schlechte Ausbildung und den niedrigen Übungsgrad des Bedienungspersonals bedingt.

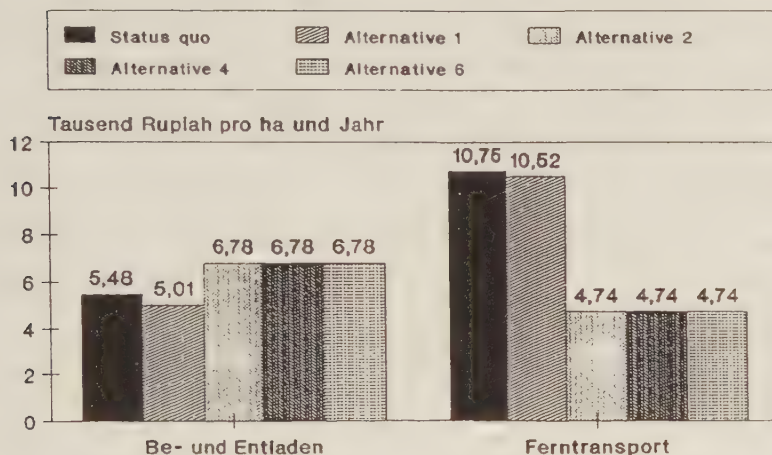


Abb. 47: Ferntransportkosten des Status quo und der Alternativen 1,2,4 und 6

Die auffällige Reduktion der Ferntransportkosten mit LKW zwischen Status quo einerseits und den Alternativen 2, 4, 6 andererseits begründet sich durch die veränderte Arbeitsorganisation. Beim Status quo fahren die Beladearbeiter mit dem LKW bis zum Zentralholzlagerplatz mit, entladen dort das Holz, und fahren dann wieder mit dem LKW zum fliegenden Holzlagerplatz zurück. Bei den Alternativen 2, 4 und 6 wurde die Arbeitsorganisation dahingehend verbessert, daß die Beladearbeiter am fliegendem Holz-lagerplatz ständig bleiben und dort weitere Beladearbeit bei anderen LKWs durchführen. Das Entladen wird von 2-Mann-Rotten, die ständig im Zentralholzlagerplatz bleiben, durchgeführt.

Der Nutzen der Handlungsalternativen ergibt sich überwiegend aus den Kostensenkungen im Bereich des Holzrückens und des Ferntransports, der auf die bessere Erschließung zurückzuführen ist. Die über die Verbesserung der TAP pauschalierte Kostensenkung beim Fällen und Aufarbeiten fällt mit 471 Rp/ha und Jahr nur gering ins Gewicht.

In Tab. 43 sind die Mehrkosten und Nutzen der Alternativen 1, 2, 4, und 6 zusammengestellt. Sie ergeben sich aus den Kostenkomponenten der Abb. 44 - 47 und aus den Ausbildungskosten für die Waldarbeiter, die in Anl. 12 hergeleitet wurden. Abb. 48 zeigt eine Gegenüberstellung der Gesamtkosten und der Differenz aus Nutzen und Kosten.

Als Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analyse ergibt sich folgende Reihenfolge:

Rang	Alternative	Differenz aus Nutzen und Kosten	
I	2	8 924	Rp/ha und Jahr
II	1	1 944	Rp/ha und Jahr
III	4	- 1 329	Rp/ha und Jahr
IV	6	- 3 990	Rp/ha und Jahr

Alternative 2 besitzt gegenüber dem Status quo die höchste positive Differenz aus Nutzen und Kosten mit einem Betrag von 8 924 Rp/ha und Jahr. Sie ist damit vom Nutzen-Kosten-Standpunkt aus gesehen die beste von allen Alternativen im Vergleich zum Status-quo-Zustand. Alternative 1 hat eine Differenz aus Nutzen und Kosten von 1 944 Rp/ha und Jahr; somit nimmt sie die Rangfolge 2 ein. Dagegen weisen Alternativen 4 und 6 eine negative Differenz aus Nutzen und Kosten auf.

Tab. 43: Mehrkosten und Nutzen (Kostensenkung) der Alternativen 1, 2, 4 und 6 gegenüber Status quo (in Rp/ha und Jahr)

Mehrkosten und Nutzen	Alternative			
	1	2	4	6
I. Mehrkosten				
1. Wege- bzw. Eisenbahnunterhaltung	115	600	2 281	2 686
2. Rücken	-	-	99	1 671
3. Ausbildung der Waldarbeiter	5 770	5 770	5 770	5 770
Mehrkosten insgesamt	5 885	6 370	8 150	10 127
II. Nutzen				
1. Kostensenkung beim Wege- bzw. Eisenbahnneubau	2 514	4 480	1 643	959
2. Kostensenkung beim Fällen und Aufarbeiten	471	471	471	471
3. Kostensenkung beim Rücken	4 115	5 636	-	-
4. Kostensenkung beim Ferntransport	689	4 707	4 707	4 707
Nutzen insgesamt	7 829	15 294	6 812	6 137
III. Differenz aus Nutzen und Kosten	1 944	8 924	-1 329	-3 990
IV. Rangfolge	II	I	III	IV

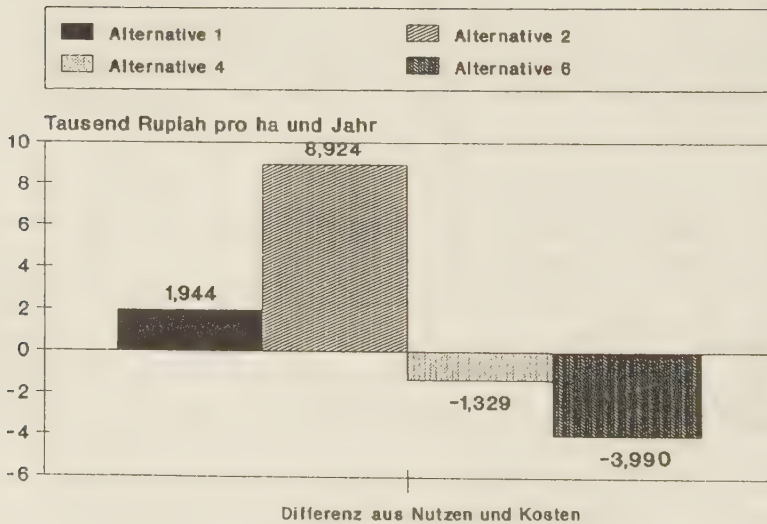
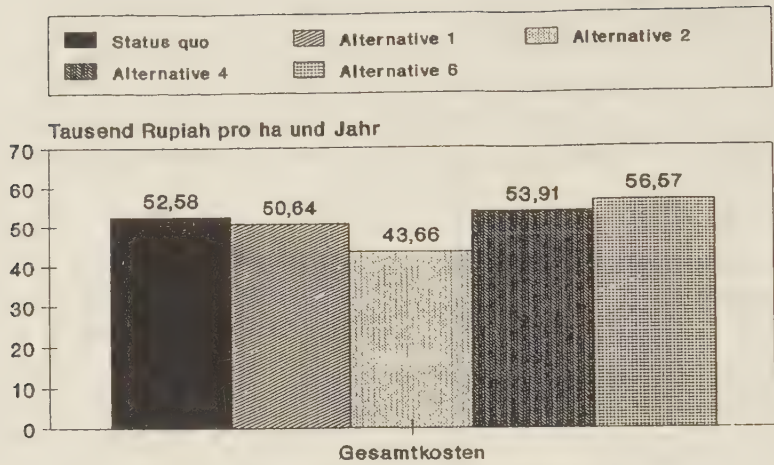


Abb. 48: Gesamtkosten und Differenz aus Nutzen und Kosten der Alternativen 1,2,4,6 im Vergleich zum Status quo

5.7 SENSITIVITÄTSANALYSE

Zweck der Sensitivitätsanalyse ist es, die Auswirkungen variierender Eingangsgrößen auf das Ergebnis der Analysen darzustellen, um die Empfindlichkeit der berechneten Ergebnisse abzuschätzen. Die Sensitivitätsanalyse für Nutzen-Kosten-Untersuchungen hat DORFWIRTH et al. (1982) ausführlich erläutert. Beispiele der Sensitivitätsanalyse in Verbindung mit Entscheidungshilfen bei der Planung der sekundären forstlichen Produktion sind u.a. in LÖFFLER und TIMINGER (1977); DIETZ et al. (1984); LÖFFLER und DÜRRSTEIN (1985); PATZAK und LÖFFLER (1988) zu finden.

Die folgende Sensitivitätsanalyse hat zum Ziel, die Stabilität des Rangreihenergebnisses der vorangegangenen Nutzen-Kosten-Analyse zu überprüfen. Dabei wird das Rangreihungsergebnis als stabil definiert, wenn es sich bei einer gewissen Änderung der Parameter gar nicht oder nur unwesentlich ändert.

Da sich in den vorangegangenen Bewertungen die Parameter **menschliche Arbeitskosten** und **Maschinenkosten** als signifikante Einflußgrößen erwiesen, sollen in diesem Kapitel die Auswirkungen durch Veränderungen dieser Größen untersucht werden.

Wie schon in Kap. 5.1 erwähnt, beschränken wir uns aus finanziellen und zeitlichen Gründen nur auf eine einfache Sensitivitätsanalyse. Für die Alternativkalkulationen werden folgende Annahmen getroffen (Bezugszeitraum 5 Jahre):

Variante 1: Ohne veränderte Lohn- und Betriebsmittelkosten (= Bezugsgröße)

Variante 2: Steigerung der Lohnkosten um 10 % und der Betriebsmittelkosten um 5 % pro Jahr

Variante 3: Steigerung der Lohnkosten um 10 % und der Betriebsmittelkosten um 15 % pro Jahr.

Die Wege- bzw. Eisenbahnbaukosten (Rp/m), Wege- bzw. Eisenbahnunterhaltungskosten (Rp/m und Jahr) und die Ausbildungskosten für die Waldarbeiter (Rp/ha und Jahr) werden als konstant angenommen. Die jährliche Steigerung der Lohnkosten um 10 % entspricht einer

maximal zu erwartenden Kostenerhöhung. Der Zuwachs an Betriebsmittelkosten wird einmal mit 5 % als günstige, das andere Mal mit 15 % als ungünstige Entwicklung angenommen.

Analysiert wird die Sensitivität der sich aus der Nutzen-Kosten-Analyse ergebenden Rangfolge der Alternativen nach einem Zeitraum von 5 Jahren. Die optimale Erschließungsdichte und der Optimalwert von Hand- und Maschinenarbeit pro m³ Holzproduktion werden in diesem Zusammenhang mit veränderten Kalkulationsgrundlagen ermittelt.

Der Sensitivitätsanalyse wurde folgende Basis zugrundegelegt:

- Formeln in Kap. 5.4.2 - 5.6
- Basisdaten in Anl. 11a, b und Anl. 12
- Lohn- und Maschinenkosten der Tab. 42 (Variante 1) und der Anlage 13a (Varianten 2 und 3)
- Aufwand an Arbeitszeit und Treibstoffverbrauch der Tab. 41 (Variante 1) und der Anl. 13b (Variante 2 und 3).

Die Ergebnisse der Variante 1 sind bereits in Kap. 4.5.2 - 5.6 dargestellt worden. Die Berechnung der Varianten 2 und 3 erfolgte in analoger Weise.

Optimale Erschließungsdichte

Die Erhöhung der Lohn- und Betriebsmittelkosten wirkt sich auf die entfernungsabhängigen Rückekosten, die der Herleitung der optimalen Erschließungsdichte zugrundegelegt wurden, wie folgt aus:

	Entf. abhängige Rückekosten (Rp/m ³ und hm)	
	Variante 2	Variante 3
- Rücken mit Ochsen im Kurzholz-Verfahren	505	667
- Rücken mit Schlepper		
. im Kurzholz-Verfahren	967	1 392
. im Langholz-Verfahren	1 108	1 596

Die Berechnung der optimalen Erschließungsdichte liefert folgendes Ergebnis:

Alternative	Erschließungsdichte (m/ha)		
	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Alternative 1	7,20	8,54	9,81
Alternative 2	8,17	9,69	11,14
Alternative 3	10,16	11,82	14,18
Alternative 4	11,53	13,41	16,09
Alternative 5	10,87	12,65	15,18
Alternative 6	12,34	14,35	17,23

Es zeigt sich, daß

- die Steigerung der Lohn- bzw. Betriebsmittelkosten zu einer höheren optimalen Erschließungsdichte führt,
- der Anstieg der optimalen Erschließungsdichte bei manuellem Rückeverfahren (Alternative 1, 2; Rücken mit Ochsen) geringer als der bei mechanisiertem Rückeverfahren (Alternative 3 bis 6; Rücken mit Schlepper) ist.

Optimaler Mechanisierungsgrad

Der Berechnung des optimalen Mechanisierungsgrades liegen die Formeln in Kap. 5.5, die Daten der Tab. 41 und der Anl. 13b, zur Herleitung der Isoquantenlinien, die Daten der Tab. 42 und der Anl. 13a, zur Herleitung der Kostenlinien zugrunde.

Die Position der Alternativen im Isoquantendiagramm (Abb. 49A) ist durch die Werte in Spalte 4 und 7 der Tab. 41 (Status quo und Variante 1) und der Anl. 13b (Varianten 2 und 3) fixiert.

Aus Abb. 49A kann man feststellen, daß die Alternativen 1, 2, 4, 6 bei allen Varianten einen vergleichsweise vorteilhaften Inputmix aufweisen, während die Alternativen 3, 5 sowie der Status quo demgegenüber deutlich ungünstiger abscheiden, weil sie weit entfernt von der Isoquantenlinie liegen.

Ausgehend vom vorteilhaften Inputmix der Alternativen 1, 2, 4 und 6 ergeben Regressions- und Korrelationsanalyse folgende Isoquantenlinien (Abb. 49B, die Berechnungsweise s. Kap. 5.5):

$$\text{Variante 1: } Y_1 = -7,6086 + \frac{69,95}{X} ; r = -0,9363 \quad (B = 0,876)$$

$$\text{Variante 2: } Y_2 = -6,6562 + \frac{60,26}{X} ; r = -0,9368 \quad (B = 0,878)$$

$$\text{Variante 3: } Y_3 = -6,1199 + \frac{54,51}{X} ; r = -0,9373 \quad (B = 0,879)$$

Die Kostenlinien wurden auf der Basis der in Tab. 42 (Variante 1) und in Anl. 13a (Variante 2, 3) aufgeführten Werte berechnet (Abb. 49B). Ihre algebraischen Darstellungen lauten:

$$\text{Variante 1: } C_1 = 446 \cdot Y + 466 \cdot X$$

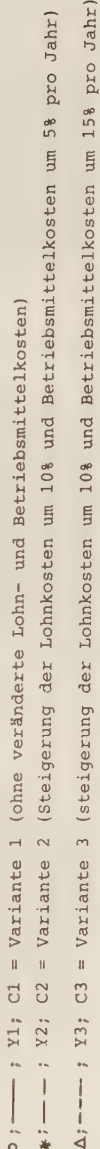
$$\text{Variante 2: } C_2 = 577 \cdot Y + 751 \cdot X$$

$$\text{Variante 3: } C_3 = 922 \cdot Y + 751 \cdot X$$

Aus den Alternativkalkulationen läßt sich folgende kostengünstige Mischung von Hand- und Maschinenarbeit ableiten (Abb. 49B):

	<u>Variante 1</u>	<u>Variante 2</u>	<u>Variante 3</u>
- Arbeitskräfteinput			
(Mann-Std./m ³)	8,18	6,80	8,18
- Treibstoffinput			
(Liter/m ³)	0,94	2,21	0,54

Die Abb. 49B veranschaulicht graphisch die Verschiebung der Isoquantenlinien und der Kostenlinien sowie die sich daraus ergebende Verschiebung der Optimalwerte. Die Variante 3 erweist sich gegenüber Variante 1 aufgrund des niedrigeren Treibstoffinputs als günstiger. Ein Vergleich zwischen Variante 2 und 3 zeigt, daß eine Einsparung an Arbeitskräften mit einer deutlich gesteigerten Mechanisierung verbunden ist.



147

Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden:

- Alternativen 1, 2, 4 und 6 weisen bei allen Varianten eine vorteilhafte Mischung aus Hand- und Maschinenarbeit auf.
- Obwohl die Alternativkalkulationen die Verschiebungen der Isoquantenlinien, der Kostenlinien und der Optimalwerte verursachen, bleiben die Alternativen 1 und 2 der optimalen Mischung von Hand- und Maschinenarbeit am nächsten und erweisen sich insgesamt als stabil (s. Abb. 49A).

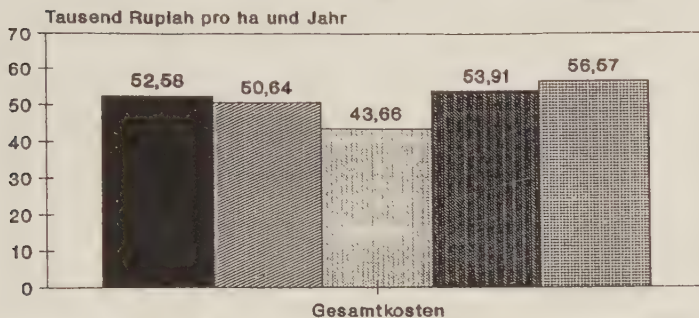
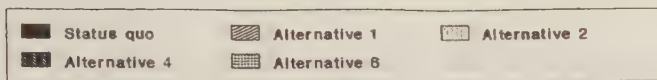
Nutzen-Kosten-Analyse

Für die Berechnung der Nutzen-Kosten-Analyse im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wurden folgende Formeln und Eingangsgrößen zugrundegelegt:

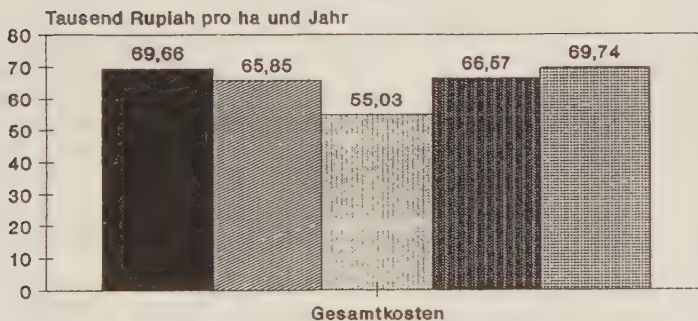
- Formeln in Kap. 5.6
- Basisdaten in Anl. 11a, b und Anl. 12
- Lohn- und Maschinenkosten der Tab. 42 (Variante 1), der Anl. 13a (Varianten 2 und 3)
- Die vorstehenden optimalen Erschließungsdichten und entfernungsabhängigen Rückekosten.

Abb. 50 zeigt eine Gegenüberstellung der Gesamtkosten aus Walderschließung, Holzernte, Ferntransport und Ausbildungskosten für die Waldarbeiter bei den Alternativen 1, 2, 4 und 6 im Vergleich zum Status-quo-Zustand bezüglich der Varianten 1, 2 und 3. Die einzelnen Kostenkomponenten der Varianten 1, 2 und 3 sind in Anl. 14a, b und c wiedergegeben.

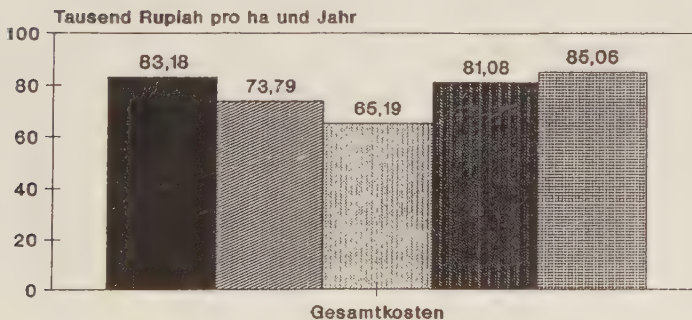
Die Gegenüberstellung zeigt, daß die Kosten bei den verschiedenen Varianten sehr stabil bleiben. Insgesamt ergeben sich die in Tab. 43, 44 und 45 dargestellten Mehrkosten und Kostensenkungen (Nutzen) sowie die festgestellten Differenzen aus Nutzen und Kosten der Alternativen.



VARIANTE 1



VARIANTE 2



VARIANTE 3

Abb. 50: Gegenüberstellung der Gesamtkosten der Alternativen 1,2,4 und 6 im Vergleich zum Status quo bezüglich der Varianten 1,2 und 3

Tab. 44: Mehrkosten und Nutzen der Alternativen 1, 2, 4, 6
bezüglich der Variante 2

Mehrkosten und Nutzen	Alternative			
	1	2	4	6
1	2	3	4	5
I. Mehrkosten				
1. Wege-/Eisenbahnunterhaltung	785	1 360	3 220	3 692
2. Wege-/Eisenbahnneubau	-	-	-	741
3. Ausbildung der Waldarbeiter	5 770	5 770	5 770	5 770
Mehrkosten insgesamt	6 555	7 130	8 990	10 203
II. Nutzen				
1. Kostensenkung beim Wege-/Eisenbahnneubau	864	3 197	56	-
2. Kostensenkung beim Fällen und Aufarbeiten	758	758	758	758
3. Kostensenkung beim Rücken	8 583	10 393	3 809	1 902
4. Kostensenkung beim Ferntransport	158	7 459	7 459	7 459
Nutzen insgesamt	10 363	21 753	12 082	10 119
III. Differenz aus Nutzen und Kosten (N-K)	3 808	14 623	3 092	- 84
IV. Rangfolge	II	I	III	IV

Tab. 45: Mehrkosten und Nutzen der Alternativen 1, 2, 4, 6
bezüglich der Variante 3

Mehrkosten und Nutzen	Alternative			
	1	2	4	6
1	2	3	4	5
I. Mehrkosten				
1. Wege-/Eisenbahnunterhaltung	1 422	2 084	4 560	5 129
2. Wege-/Eisenbahnneubau	705	-	2 206	3 167
3. Ausbildung der Waldarbeiter	5 770	5 770	5 770	5 770
Mehrkosten insgesamt	7 897	7 854	12 536	14 066
II. Nutzen				
1. Kostensenkung beim Wege-/Eisenbahnneubau	-	1 975	-	-
2. Kostensenkung beim Fällen und Aufarbeiten	758	758	758	758
3. Kostensenkung beim Rücken	13 820	15 839	6 621	4 148
4. Kostensenkung beim Ferntransport	2 705	7 277	7 277	7 277
Nutzen insgesamt	17 283	25 849	14 656	12 183
III. Differenz aus Nutzen und Kosten (N-K)	9 386	17 959	2 120	-1 883
IV. Rangfolge	II	I	III	IV

Die Nutzen-Kosten-Analyse zeigt für die Varianten folgende Ergebnisse:

Variante 1

I. Alternative 2	(N-K = 8 924	Rp/ha und Jahr)
II. Alternative 1	(N-K = 1 944	Rp/ha und Jahr)
III. Alternative 4	(N-K = - 1 329	Rp/ha und Jahr)
IV. Alternative 6	(N-K = - 3 990	Rp/ha und Jahr)

Variante 2

I. Alternative 2	(N-K = 14 623	Rp/ha und Jahr)
II. Alternative 1	(N-K = 3 808	Rp/ha und Jahr)
III. Alternative 4	(N-K = 3 092	Rp/ha und Jahr)
IV. Alternative 6	(N-K = - 84	Rp/ha und Jahr)

Variante 3

I. Alternative 2	(N-K = 17 995	Rp/ha und Jahr)
II. Alternative 1	(N-K = 9 386	Rp/ha und Jahr)
III. Alternative 4	(N-K = 2 120	Rp/ha und Jahr)
IV. Alternative 6	(N-K = - 1 883	Rp/ha und Jahr)

Als wesentliches Ergebnis der Alternativkalkulation kann festgehalten werden:

Die Rangfolge der Alternativen bleibt bei allen Varianten unverändert. Alternative 2 ist allen anderen Alternativen deutlich überlegen. Unter den Annahmen der Variante 3 ergibt sich für diese Alternative der höchste Netto-Nutzen. Durch die jährliche Steigerung der Lohnkosten um 10 % wird auch für die Alternative 4 (Rücken mit Schlepper im Kurzholz-Verfahren und Ferntransport mit LKW) der Netto-Nutzen positiv.

Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse lassen sich wie folgt zusammenfassen :

- Die Rangfolge der Alternativen bleibt bei allen Varianten unverändert.
- Die Alternativen 1 und 2, die durch manuelle Arbeitsverfahren gekennzeichnet sind, verhalten sich gegenüber den Veränderungen von Lohn- und Betriebsmittelkosten relativ stabil.
- Die Qualität und Tendenz der Reaktion der Alternativen 4 und 6 (Rücken mit Schlepper und Ferntransport mit LKW) läßt vermuten, daß bei einer weiteren Steigerung der Lohnkosten ein noch günstigerer Trend auftritt.

5.8 GUTACHTLICHE BERÜCKSICHTIGUNG NICHT MONETÄR QUANTIFIZIERBARER KRITERIEN

Für eine umfassende Beurteilung verschiedener Arbeitsverfahren in modernen Forstbetrieben ist es für den Entscheidungsträger in der Regel notwendig, auch nicht monetär faßbare Auswirkungen von Verfahrensalternativen in die Entscheidung einzubeziehen.

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen der Handlungsalternativen auf die in Kapitel 5.2 genannten Zielkriterien

- Arbeitsplatzpotential,
- primäre forstliche Produktion,
- Holzsortierung und Holzverkauf und
- Ergonomie

untersucht.

Für die Erfassung nicht monetär quantifizierbarer Kriterien stehen verschiedene methodische Hilfsmittel, von denen überwiegend die Nutzwertanalyse und die Kosten-Wirksamkeits-Analyse Anwendung finden, zur Verfügung.

Im Rahmen dieser Arbeit war es nicht möglich, wie schon in Kap. 5.1 erwähnt, diese beiden genannten Bewertungsmethoden durchzuführen. Probleme bei der Anwendung dieser beiden Methoden treten insbesondere bei der Konstruktion geeigneter Zielsysteme und bei der Gewichtung der Zielkriterien auf. Derartige Zielsysteme mit entsprechenden Gewichtungen von Zielkriterien liegen zur Zeit für die Bewirtschaftung der Teakplantagen auf Java noch nicht vor. Darüber hinaus fehlen ausreichende Informationen, die für die Anwendung dieser Methoden erforderlich sind.

Zur Beurteilung der Arbeitsverfahren wurde daher der intersektorale paarweise Vergleich (Tab. 46, s.a. KROTH, LÖFFLER und TIMINGER, 1976; WARKOTSCH, 1977) herangezogen und für die genannten Zielkriterien durchgeführt.

Im Rahmen des intersektoralen paarweisen Vergleichs wird gefragt, wie hoch die relative Wertigkeit der Handlungsalternative X gegenüber der Handlungsalternative Y in Bezug auf das Bewertungskriterium einzuschätzen ist. Die Skala der Antworten reicht von -3 (viel geringer) über 0 (gleichwertig) bis zu +3 (viel höher). Die Alternativen, sowie der Status quo werden dazu in tabellarischer Form (Tab.46) gegenübergestellt und im paarweisen Vergleich die relativen Skalenwerte festgelegt, aus denen dann die Spaltensummen gebildet werden. Treten negative Summenwerte auf, so werden durch Addition des Wertes, der sich aus dem absoluten Betrag der höchsten Skalenstufe (3) multipliziert mit der um eins verringerten Anzahl an Arbeitsverfahren ($n-1 = 6$) ergibt, alle Zahlen in den positiven Bereich gehoben und die Absolutskala erstellt. Dabei werden zur Einstufung der Arbeitsverfahren für jedes Zielkriterium Rangziffern (Noten) entsprechend der Anzahl an Alternativen vergeben (WARKOTSCH, 1977).

Für die Zielkriterien wurden zur Beurteilung der relativen Wertigkeit der Handlungsalternativen folgende Überlegungen zugrunde gelegt:

Auswirkungen auf das Arbeitsplatzpotential

Als Indikator wurde der Arbeitskräfteinput in Mann-Stunden pro m^3 verwendet, wobei die Vorteilhaftigkeit eines Verfahrens durch einen möglichst hohen Input gegeben ist. Die einzelnen Arbeitsverfahren sind durch folgende Werte gekennzeichnet :

Arbeitsverfahren	Arbeitskräfteinput (Mann-Std./ m^3)
Status Quo	9,67
Alternative 1	10,25
Alternative 2	5,43
Alternative 3	9,09
Alternative 4	4,38
Alternative 5	9,17
Alternative 6	4,46

Tab. 46 : Intersektoraler paarweiser Vergleich der Auswirkungen
auf das Arbeitsplatzpotential

Wie hoch ist die relative Bedeutung der Handlungsalternative X
gegenüber der Handlungsalternative Y einzuschätzen ?

Bewertungsskala :

- 3 viel geringer 0 gleichwertig
- 2 deutlich geringer 1 höher
- 1 geringer 2 deutlich höher
- 3 viel höher

		X →						
		Status quo	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Y ↓	Status quo		- 1	+ 2	+ 1	+ 3	+ 1	+ 3
	A1	+ 1		+ 2	+ 1	+ 3	+ 1	+ 3
	A2	- 2	- 2		- 2	+ 1	- 2	+ 1
	A3	- 1	- 1	+ 2		+ 3	- 1	+ 3
	A4	- 3	- 3	- 1	- 3		- 3	- 1
	A5	- 1	- 1	+ 2	+ 1	+ 3		+ 3
	A6	- 3	- 3	- 1	- 3	+ 1	- 3	
Spaltensumme		- 9	-11	+ 6	- 5	+14	- 7	+12
Verwandlung in Absolutskala durch Addition 3 · 6 = 18		9	7	24	13	32	11	30
Rang		2	1	5	4	7	3	6

Auswirkungen auf die primäre forstliche Produktion

Als Weisergröße wurde die Art und Dichte der Erschließung herangezogen, da folgende Tendenzen gelten (DIETZ et.al. 1984; MAYER, H. 1984):

- Die Erschließung mit Fahrwegen ist aus der Sicht der primären forstlichen Produktion vorteilhafter als jene mit Schienenwegen.
- Höhere Erschließungsdichte ist günstiger als eine geringere Erschließungsdichte.

Aus der vorliegenden Untersuchung ergeben sich folgende Verhältnisse:

Arbeitsverfahren	Erschließungsmittel		Erschließungsdichte m/ha
	Weg	Eisenbahn	
Status quo	x	-	6,65
Alternative 1	-	x	7,20
Alternative 2	x	-	8,12
Alternative 3	-	x	10,16
Alternative 4	x	-	11,53
Alternative 5	-	x	10,87
Alternative 6	x	-	12,34

Auswirkungen auf Holzsortierung und Holzverkauf

Die Festlegung der relativen Skalenwerte basiert auf folgenden Bewertungsgrundsätzen :

- Die Langholz-Verfahren wurden gegenüber den Kurzholz-Verfahren als günstig bewertet, da Langholz von der Käuferseite stärker nachgefragt und erfahrungsgemäß besser bezahlt wird.
- Die für die Alternativen unterstellte Ausbildung führt zu einer besseren Holzsortierung gegenüber dem Status quo.

Auswirkungen auf die Ergonomie

Die Auswirkungen verschiedener Arbeitsverfahren auf die Arbeits-

belastung und Arbeitssicherheit müssen mangels entsprechender Untersuchungen in Indonesien anhand vergleichbarer Untersuchungen prognostiziert werden. Hierzu wurden die Ergebnisse der Untersuchung von AYAZ (1986) herangezogen. Er konnte nachweisen, daß durch die Einführung verbesserter Handwerkszeuge sowie durch Verbesserung der Arbeitstechnik und der Arbeitsorganisation eine Reduktion der körperlichen Beanspruchung erreicht werden kann. Ferner wird im folgenden vorausgesetzt, daß die Arbeitsbelastung beim Ferntransport mit LKW geringer ist als beim Ferntransport mit Waggons. Außerdem ist die Arbeitsbelastung beim Beladen vom Langholz größer als die beim Beladen vom Kurzholz.

Am Beispiel der Auswirkungen auf das Arbeitsplatzpotential soll das Vorgehen beim intersektoralen paarweisen Vergleich verdeutlicht werden. Der Vergleich der übrigen Zielkriterien findet sich in Anlage 15.

Als Ergebnisse des intersektoralen paarweisen Vergleichs ergeben sich die Rangziffern der Arbeitsverfahren hinsichtlich der einzelnen Kriterien aus folgender Gegenüberstellung :

Tab. 47 Gegenüberstellung der Rangziffern der Arbeitsverfahren

Kriterium	Status	Alternative					
	quo	1	2	3	4	5	6
	Rangziffern						
- Arbeitsplatz potential	2	1	5	4	7	3	6
- Primäre forstl. Produktion	4	7	3	6	2	5	1
- Holzsortierung und Verkauf	7	6	4	5	3	2	1
- Ergonomie	6	4	1	5	2	7	3
Summe	19	18	13	20	14	17	11
Rangfolge	6	5	2	7	3	4	2

Zusammenfassend kann man feststellen :

- Gegenüber dem Status quo erweisen sich mit Ausnahme von Alternative 3 alle übrigen Alternativen als vorteilhafter.
- Alternative 3 stellt das ungünstigste Arbeitsverfahren dar.
- Alternative 6 ist die vorteilhafteste Variante, aufgrund der positiven Auswirkungen auf die primäre forstliche Produktion, Holzsortierung und -verkauf. Nachteilige Auswirkungen hinsichtlich des Arbeitsplatzpotentials müssen jedoch in Kauf genommen werden.
- Die Alternativen 2 und 4, die Rang 2 bzw. 3 einnehmen, weisen bezüglich des Summenwertes der Rangziffern nur geringfügig höhere Werte als Alternative 6 auf. Sie sind daher noch als günstig hinsichtlich der Zielkriterien einzustufen.

6. DISKUSSION

6.1 ENTSCHEIDUNGSEMPFEHLUNGEN

Im Gegensatz zur Holznutzung auf der übrigen Waldfläche Indonesiens, die auf der Basis von Waldnutzungskonzessionen erfolgt, wird in den Teakplantagen auf Java die primäre und sekundäre forstliche Produktion seit 1972 von dem staatlichen Forstbetrieb Perum Perhutani wahrgenommen.

Durch die zunehmende Regeneration der während und nach dem 2. Weltkrieg übernutzten bzw. vernachlässigten Plantagenflächen kommt der Forderung nach einer Optimierung der sekundären forstlichen Produktion nunmehr eine zentrale Bedeutung zu.

Im Rahmen der Optimalitätsanalyse wurden verschiedene Handlungsalternativen getestet. Als relativ vorteilhafteste erwies sich Alternative 2 mit einer Kombination aus Kurzholz-Aufarbeitung (< 4 m), Rücken mit Ochsen, Ferntransport mit LKW, basierend auf einer Erschließung durch befestigte Waldwege.

Bevor eine endgültige Entscheidungsempfehlung ausgesprochen werden kann, wird im folgenden überprüft, inwieweit die in Kap. 5.2 aus den Oberzielen des Forstbetriebs abgeleiteten Zielsetzungen für die Optimierung der sekundären forstlichen Produktion in wirtschaftlich-finanzieller, sozioökonomischer und waldbaulicher Hinsicht erfüllt werden.

Wirtschaftlich-finanzielle Ziele

Das gegenwärtige wirtschaftliche Handeln des Forstbetriebs Perum Perhutani ist zumindest im Bereich der Walderschließung von der Maxime der Ausgabenminimierung gekennzeichnet. Durch eine derartige Vorgabe ist die Suche nach dem optimalen Faktoreinsatz bei der sekundären forstlichen Produktion eingeschränkt, da Handlungsalternativen, die mittel- bis langfristig eine Verbesserung der wirtschaftlichen Situation, kurzfristig aber eine Ausgaben-erhöhung bedingen, nicht realisiert werden können.

Als wirtschaftliches Ziel wird daher die Maximierung des erntekostenfreien Erlöses definiert. Für die Zielerreichung bieten sich zwei Ansatzpunkte: Minimierung der Holzerntekosten sowie Maximierung des Holzverkaufserlöses.

Die Maximierung des Verkaufserlöses kann bei gegebenem Einschlagsvolumen u.a. durch eine nachfragegerechte Holzaushaltung realisiert werden, die aber - wie bereits erwähnt - im Rahmen dieser Arbeit nicht quantifiziert werden konnte. Höhere Holzverkaufserlöse werden jedoch im Rahmen der Arbeit durch Sortierungsgewinne als Folge einer verbesserten Waldarbeiterausbildung erwartet. Darüber hinaus ist eine monetäre Bewertung dieses Bereiches von stark schwankenden Einflußgrößen (Weltmarkt!) abhängig.

Das wirtschaftliche Teilziel der Minimierung der Holzerntekosten wird von der Alternative 2 optimal erfüllt. Gegenüber dem Status quo ergibt sich ein Netto-Nutzen von rd. 8 900 Rp/ha und Jahr. Alternative 2 ist damit um rd. 7 000 Rp/ha und Jahr der Alternative 1, die nach Wirtschaftlichkeitskriterien Rang 2 einnimmt, überlegen.

Gegenüber einer Änderung der makroökonomischen Rahmenbedingungen (Anstieg der Lohn- und Betriebsmittelkosten), die mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse getestet wurde, erweist sich die Rangfolge der Vorteilhaftigkeit der Alternativen als stabil. Der absolute finanzielle Netto-Nutzen der Alternative 2 steigt sogar bis auf rd. 18 000 Rp/ha und Jahr an. Der tatsächliche jährliche Lohnkostenanstieg liegt in Indonesien im Bereich bis 10 %. Folglich spiegeln die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse Rahmenwerte für die zu erwartende Entwicklung wider.

Sozioökonomische Ziele

Java ist die bevölkerungsreichste und dichtbesiedelste Insel Indonesiens. Die Erhaltung vorhandener sowie die Schaffung neuer Arbeitsplätze ist daher ein wesentliches Kriterium bei der Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Maßnahme.

Allerdings darf die Zielsetzung der Arbeitsplatzzerhaltung nicht dazu führen, daß ineffiziente Arbeitsverfahren festgeschrieben werden und Innovationen, die die gesamtwirtschaftliche Situation des Betriebes verbessern, abgelehnt werden. Ansonsten läuft der Betrieb Gefahr, langfristig seine Konkurrenzfähigkeit zu verlieren.

Vielmehr muß die Frage gestellt werden, inwieweit das durch betriebliche Rationalisierungsmaßnahmen freigesetzte Arbeitspotential nicht in anderen Bereichen (auch des eigenen Betriebes) eingesetzt werden kann. Als Beurteilungskriterium für das Arbeitsvolumen und damit letztlich für die benötigte Arbeitskapazität wird der Arbeitskräfteinput (Mann-Std./m³) der einzelnen Alternativen herangezogen (Spalte 4 der Tab. 48 und Anlage 13b). Es zeigt sich, daß alle Alternativen mit Schienentransport einen fast doppelt so hohen Arbeitsaufwand pro m³ wie die Alternativen mit LKW-Transport aufweisen. Der hohe Arbeitskräfteinput pro m³ beim Status quo ist bedingt durch die Arbeitsorganisation, die das Mitfahren der Ladearbeiter beim LKW-Ferntransport vorsieht.

Von den Arbeitsverfahren mit Schienentransport erfordert Alternative 1, von den Verfahren mit LKW-Ferntransport die Alternative 2 den höchsten Arbeitskräfteinput.

Eine Veränderung der makroökonomischen Rahmenbedingungen wirkt sich auf alle Arbeitsverfahren gleichermaßen geringfügig aus, da lediglich durch die Erhöhung der Wege- bzw. Schienendichte eine geringe Einsparung der Rückzeiten gegeben ist.

Da die Alternativen 1 und 2 auch unter dem Kriterium der Wirtschaftlichkeit als relativ vorteilhafteste abgeschnitten haben, werden ihre Auswirkungen auf das Arbeitsvolumen bei einer möglichen Realisierung diskutiert. Alternative 1 bedeutet unter den derzeitigen Bedingungen eine Erhöhung des Arbeitsvolumens um rund 6 % gegenüber dem Status quo. Der dazu erforderliche zusätzliche Arbeitskräftebedarf kann angesichts der günstigen Arbeitsmarktsituation sicher ohne Probleme gedeckt werden.

Alternative 2 bedeutet dagegen eine Reduzierung des derzeitigen Arbeitsvolumens um rund 44 %. Eine Abstimmung der Arbeitskapazität auf dieses Volumen würde bei 390 000 Beschäftigten im Forstbetrieb Perum Perhutani zu erheblichen negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt führen. Es muß daher - wie eingangs erwähnt - die Frage gestellt werden, ob die freiwerdende Arbeitskapazität nicht für andere Betriebsarbeiten eingesetzt werden kann. Hier bietet sich der Einsatz dieses Arbeitspotentials bei dem Ausbau des vorhandenen Wegenetzes an. Ob allerdings bei einer Realisierung der Alternative 2 das gesamte freiwerdende Potential mittelfristig für den Ausbau des Wegenetzes benötigt wird, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, durch die Intensivierung der Bestandespflege in den flächenmäßig überausgestatteten jüngeren Altersklassen zusätzliches Arbeitsvolumen zu schaffen. Schließlich bietet die geplante Ausweitung der Aktivitäten von Perum Perhutani auf bislang noch nicht bewirtschaftete Teakplantagen die Möglichkeit zum Einsatz dieser freiwerdenden Arbeitskräfte (s. Kap 3.1).

Ergonomie

Die untersuchten Alternativen unterscheiden sich im wesentlichen durch den Arbeitseinsatz beim Ferntransport, da die Art und Weise der Holzbereitstellung bis zum fliegenden Lagerplatz bei allen Verfahren die gleiche Arbeitsbelastung bedingt.

Der schienengebundene Ferntransport, bei dem die menschliche Muskelkraft zur Fortbewegung des Waggons eingesetzt wird, ist aus ergonomischer Sicht kritisch zu beurteilen. Bei einer mittleren Transportentfernung von 16 km ergibt sich für die einfache Strecke bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 7 km/Std. ein Zeitbedarf von 2,5 Stunden. Bei der Lastfahrt können im Bereich von Steigungen erhebliche körperliche Belastungen auftreten. Der LKW-gebundene Ferntransport ist in dieser Hinsicht den schienengebundenen Alternativen eindeutig überlegen.

Waldbauliche Ziele

Für die Umsetzung waldbaulicher Maßnahmen ist eine ausreichende Flächenerschließung unbedingte Voraussetzung. Denn nur so läßt sich ein möglichst rascher Transport von Arbeitskräften und erforderlichem Material (Werkzeug) zur Fläche gewährleisten. Parallel dazu wird die Kontrolle der durchgeführten Maßnahmen durch das Forstpersonal erleichtert. Diese Kontrollfunktion wird ebenso verbessert für die Bereiche Waldbrand- und Schädlingsüberwachung und ermöglicht gleichzeitig bei Eintritt einer Gefahrensituation eine schnelle und rasche Bekämpfung.

Zwangsläufig wird mit der zunehmenden Öffnung der Waldfläche durch Erschließungsmaßnahmen auch die Gefahr einer mißbräuchlichen Nutzung in Form von Holzdiebstahl und illegaler Waldweide erhöht. Dieser Nachteil kann aber durch ausreichende Kontrolle des motorisierten Forstpersonals ausgeglichen werden.

Alle vorgenannten Aspekte werden durch die Einrichtung eines entsprechenden Wegenetzes am besten erfüllt. Die alternative Erschließung mittels Schienen kann diese Forderung nur in begrenztem Umfang erfüllen.

Zusammenfassend läßt sich über die Zielerfüllung der untersuchten Handlungsalternativen folgendes feststellen :

Nach finanziellen Aspekten ist die Alternative 2 allen anderen Handlungsvarianten deutlich überlegen. Die bei ihrer Realisierung eintretende - scheinbar nachteilige - Freisetzung von Arbeitspotential kann innerbetrieblich für die zunehmenden Pflegearbeiten sowie die Errichtung des Wegenetzes genutzt werden. Auch die übrigen Anforderungen an eine Walderschließung werden von einem auf Forststraßen basierenden Erschließungskonzept am besten erfüllt, im Gegensatz zu einem schienengebundenen Konzept.

Darüber hinaus wird durch die Erschließung mit Waldwegen eine ausreichende Flexibilität gegenüber zukünftigen Entwicklungen in der Holzernte gewährleistet (z.B. Schleppereinsatz beim Holzrücken)

Nicht zuletzt spricht auch das Beispiel Mitteleuropas für den Ersatz von Waldeisenbahnen durch den straßengebundenen Transport (Forststraßen).

Entscheidungsempfehlungen

Auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchung wird daher für die Optimierung der sekundären forstlichen Produktion in den Teakplantagen auf Java folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

- Verbesserung des Ausbaustandards der Waldwege auf ganz Java, d.h. Ersetzung der unbefestigten Waldwege und Spurwege durch befestigte Waldwege.
- Erhöhung der Waldwegedichte um ca. 3 m/ha bzw. 5,5 m/ha auf Ost- bzw. Westjava auf 8 m/ha.
- Manuelle Holzaufarbeitung von Kurzholz.
- Rücken mittels Ochsen.
- Ferntransport durch LKW bei geänderter Arbeitsorganisation.
- Gezielte Ausbildung des Personals auf allen Ebenen.
- Einführung verbesserter Werkzeuge.

6.2 WÜRDIGUNG DES METHODISCHEN KONZEPTS FÜR DIE SEKUNDÄRE FORSTLICHE PRODUKTION

Das in dieser Arbeit vorgestellte Konzept zur Optimierung der sekundären forstlichen Produktion in Indonesien weist einige Unterschiede zu den zur Zeit gebräuchlichen Bewertungsmethoden in Deutschland auf. Dort wird mit Hilfe der Nutzwertanalyse versucht, auch die nicht monetären Aspekte bei der Entscheidungsfindung ausreichend zu berücksichtigen (s.z.B. WARKOTSCH, 1977).

Aus dem in Kap. 5.1 näher dargelegten Gründen wurde entsprechend den forstlichen Verhältnissen in Indonesien ein Bewertungssystem entwickelt, das die folgenden Vorteile aufweist :

- Berücksichtigung der Erschließungssituation und deren Auswirkungen auf die Holzernte.
- Vorauswahl der Handlungsalternativen nach dem für Entwicklungsländer wichtigen Aspekt des Verhältnisses von Hand- zu Maschinenarbeit.
- Anschließende Bewertung mit Hilfe der Nutzen-Kosten-Analyse, die eine monetäre Bewertung der Handlungsalternativen auf der bestehenden Informationsgrundlage ermöglicht und eine sehr hohe Akzeptanz beim staatlichen Forstbetrieb Perum Perhutani erwarten läßt.
- Dieses methodische Konzept kann auf andere Gebiete übertragen werden, da hiermit die entscheidenden Einflußgrößen für die sekundäre forstliche Produktion erfaßt werden. Gerade in Indonesien verdient dieser Gesichtspunkt besondere Beachtung, da in nächster Zeit in großem Umfang Kiefern-, Eukalyptus- und Meranti-Plantagen angelegt werden sollen. Schon bei der Anlage dieser Flächen sollten die in der vorliegenden Arbeit behandelten Probleme, die sich auch auf diesen Plantagen in ähnlicher Form stellen, entsprechend berücksichtigt werden.

Als Nachteil des genannten Bewertungssystems ist die ausschließlich gutachtliche Berücksichtigung der nicht monetär faßbaren Kriterien zu nennen. Hier sollte für zukünftige Untersuchungen

eine brauchbare Datenbasis geschaffen werden. Das gilt auch für die Einbeziehung der Holzsortierung und des Holzverkaufs in die monetäre Bewertung der Handlungsalternativen, wo bislang ebenfalls geeignete Datengrundlagen fehlen.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit lag in der Entwicklung eines optimalen Konzeptes für die sekundäre forstliche Produktion in den Teakplantagen auf Java. Aufbauend auf der Situationsanalyse wurde versucht, Zielvorstellungen und Alternativen (Arbeitsverfahren) für die sekundäre forstliche Produktion abzuleiten.

Die aus der Situationsanalyse hervorgegangenen Alternativen wurden einem fünfstufigem Bewertungssystem unterzogen.

Der erste Bewertungsschritt stellte die Frage nach dem jeweils vorteilhaftesten Erschließungskonzept, das über die optimale Erschliessungsdichte ermittelt wurde. Beim folgenden Bewertungsschritt erfolgte eine Überprüfung der Alternativen auf das Verhältnis von manueller zu maschineller Arbeit mit Hilfe der Isoquanten-Methode. Die dabei als vorteilhaft herausselektierten Alternativen wurden in dem dritten Bewertungsschritt mit Hilfe der Nutzen-Kosten-Analyse auf mikroökonomische (einzelbetriebliche) Kriterien bewertet.

Danach wurde die sich durch die vorstehenden Bewertungen ergebende Rangfolge der Alternativen mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse auf ihre Stabilität gegenüber Veränderungen der Eingangsgrößen getestet. Schließlich wurden die nicht monetär quantifizierbaren Auswirkungen der Handlungsalternativen gutachtlich berücksichtigt. Mit dieser Art des Vorgehens wurde erstmalig versucht, für ein Entwicklungsland - in diesem Fall Indonesien - ein Konzept für die Optimierung der sekundären forstlichen Produktion in Form eines "integralen Lösungsansatzes" zu entwickeln.

Als Ergebnis der vorstehend beschriebenen Bewertungsmethode wird als vorteilhaftestes Arbeitsverfahren empfohlen :

Manuelle Holzernte im Kurzholz-Verfahren, Rücken mit Ochsen und Ferntransport mit LKW. Dieses Verfahren wird gegenwärtig in den Teakplantagen auf Java am häufigsten praktiziert. Lediglich die vorhandene Qualität der Waldwege entspricht noch nicht dem angestrebten Ausbaustandard, wobei auf West- und Ostjava gegenüber der errechneten optimalen Wegedichte (8m/ha) noch erhebliche Erschließungsrückstände bestehen.

Als begleitende Maßnahmen bei der Realisierung dieses Verfahrens werden vorgeschlagen :

- Gezielte Ausbildung des Personals auf allen Ebenen.
- Einführung verbesserter Handwerkzeuge.

Bei der Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Gebiete gilt es folgendes zu beachten :

Selbst bei ähnlich gelagerten Problemstellungen wie bei der vorliegenden Arbeit, z.B. Kiefernplantagen auf Java, ist eine gründliche Situationsanalyse zur Erfassung der forstlichen Grundlageninformation unerlässlich.

Den beschriebenen Weg einer integrierten Planung und Optimierung von Holzernte, Holztransport und Walderschließung hingegen, kann auf andere Gebiete übertragen werden, da hiermit die entscheidenden Einflußgrößen für die sekundäre forstliche Produktion in Indonesien erfaßt werden.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- ABEGG, B.; 1978: Die Schätzung der optimalen Dichte von Waldstraßen in traktorbefahrbarem Gelände; Konkordia, Druck und Verlag AG, Winterthur, Schweiz.
- ABEGG, B.; 1981a: Erschließung aus waldbaulicher und wirtschaftlicher Sicht; Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen CH-8903 Birmensdorf, Schweiz. Berichte Nr. 226.
- ABEGG, B.; 1981b: Folgerungen aus der Überprüfung verschiedener Beispiele; Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen CH-8903 Birmensdorf, Schweiz. Berichte Nr. 226.
- ABEGG, B. und HÖNERWADEL, D.; 1983: Zur Methode der Walderschließungsplanung - Ein Erfahrungsbericht -; Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen CH-8903 Birmensdorf, Schweiz.
- ALTONA, I.; 1923: Djati en Hindoes (Oorspong van Tectona grandis L.f. op Java); Tectona XVI: S. 237 - 263, Bogor, Indonesien.
- ANONYMUS; 1980: The Global 2000: Der Bericht an den Präsidenten; Produktion Greno GmbH, D-6053 Obertshausen, Deutschland.
- ANONYMUS; 1988: Forestry White Paper; Japan Forest Technical Association, Tokio.
- ANONYMUS; 1987: Estimation of parameter for global models: The global forest sector an analytical perspective; John Wiley & Sons, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore.
- ARIFIN, B. und SUPARTO, R.S.; 1980: Penentuan Kerapatan Jalan Truk Bagi Wilayah Hutan Jati (Bestimmung der Fahrwegedichte in den Teakplantagen). BPHH-Bericht Nr. 153, Bogor, Indonesien.
- ARK, V.B.; 1986 Indonesian export growth and economic development, 117 years of emperical guidance, 1923 to 1940; Institute of Economic Research Faculty of Economics University of Groningen.
- AYAZ, M.; 1986: Physical workload and labour productivity in timber harvesting in Pakistan; Dissertation submitted to the Faculty of Forestry Ludwig-Maximilians-University of Munich.
- BACKMUND, F.; 1966: Kennzahlen für den Grad der Erschließung von Forstbetrieben durch autofahrbare Wege; Forstwiss. CBL. 85 (1966) 12, S. 342 - 354.
- BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG; 1982: Richtlinien für die Erschließung des Staatswaldes in Bayern vom 5. März 1982 (RES); Bayerische Staatsforstverwaltung, München.

- BIROWO, K.H., et al.; 1979: Landwirtschaft; In: Kötter, H., (Hrsg.): Indonesien: Horst Erdmann Verlag, Tübingen und Basel.
- BHARUCHA, F.R.; 1983: A text book of the plant geography of India; Oxford University Press, Delhi - Calcutta - Madras.
- BRASCAMP, C.H.; 1922: Van een heiligen en dikken djatiboom; Tectona XV: S. 623 - 625, Bogor, Indonesien.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT; 1986: Erhaltung und nachhaltige Nutzung tropischer Regenwälder - Elemente einer Strategie gegen die Waldzerstörung in den Feuchttropen; Deutscher Forstverein, Ausschuß für internationale forst- und forstwirtschaftliche Zusammenarbeit; Weltforum Verlag, München - Köln - London.
- CONWEY, S.; 1976: Logging practices: Principles of timber harvesting systems; Miller Freeman Publication, Inc., Washington.
- DEPARTEMENT OF FORESTRY OF INDONESIA; 1984: Statistik Kehutanan Indonesia 1982/1983 (Statistical Year Book of Forestry of Indonesia 1982/1983); Pusat Inventarisasi Hutan, Jakarta, Indonesia.
- DEPARTEMENT OF FORESTRY OF INDONESIA; 1986: Statistik Kehutanan Indonesia 1985/1986 (Statistical Year Book of Forestry of Indonesia 1985/1986); Pusat Inventarisasi Hutan, Jakarta, Indonesia.
- DEPARTEMENT OF FORESTRY OF INDONESIA; 1986: Sejarah Kehutanan Indonesia (Die Geschichte der indonesischen Forstwirtschaft); Vol. I-III. Departemen Kehutanan RI, Jakarta, Indonesia.
- DIETZ, P., KNIGGE, W. und LÖFFLER, H.; 1984: Walderschließung; Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- DIPPE, W.; 1980: Indonesien; Robert Pfützner GmbH, München.
- DJOJOHADIKUSUMO, S.; 1979a: Entwicklungspolitische Zielvorstellungen; In: Kötter, H. (Hrsg.): Indonesien; Horst Erdmann Verlag, Tübingen und Basel.
- DORFWIRTH, J.R., et.al.; 1982: Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen - Entscheidungshilfen in der Verkehrsplanung; Bundesministerium für Bauten und Technik, Bundesstraßenverwaltung. Wien. Heft 202.
- DORNIER SYSTEM GMBH; 1971: Kosten-Nutzen-Untersuchung über den land- und forstwirtschaftlichen Wirtschaftswegebau im Regierungsbezirk Südwürttemberg-Hohenzollern; Friedrichshafen/Bodensee, Studienergebnisse Nr. 161.

- EGGER, W.; 1983: Work organization and wood harvesting methods of the Austrian Federal Forest Enterprise; FAO Forestry Paper 14 Rev. 1: "Logging and Transport in Steep Terrain"; FAO, Rome.
- FAO; 1974a: Logging and log transport in man-made forest in developing countries; FAO/SWE/TF 116, Rome.
- FAO; 1974b: Logging and log transport in tropical high forest; FAO Forestry Development Paper No. 18, Rome.
- FAO; 1976: Harvesting man-made forest in developing countries; FAO, Rome.
- FAO; 1977: Planing forest roads and harvesting systems, FAO; Rome.
- FAO/UNEF; 1981: Tropical forest resources assessment project - Forest resources of tropical Asia; FAO, Rome.
- GAPREZ, G. und STEPHANI, P.; 1984: Die Holzernte; Friedrich Reinhardt Verlag, Basel, Schweiz.
- GRAMMEL, R.; 1978: Forstliche Arbeitslehre; Verlag Paul Parey; Hamburg und Berlin.
- HANUSCH, H.; 1987: Nutzen-Kosten-Analyse; Verlag Vahlen, München.
- HEINRICH, R.; 1983: Medium technology in wood harvesting; FAO Forestry Paper 14 Rev. 1: "Logging and Transport in Steep Terrain"; FAO, Rome.
- HEINRICH, R.; 1987: Promotion of small-scale forest harvesting operations in developing countries; Seminar on small-scale logging operations and machines, Carpenberg, Sweden. 11 - 18 June 1987.
- HOG, N.; 1982: Betriebliche Strukturen in der Baden-Württembergischen und Schweizerischen Sägeindustrie - Unter besonderer Berücksichtigung der Methodik der Auswertung von Betriebsvergleichen; Eine Dissertation in der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München.
- HOLZWIESER, O.; 1988: Die Wahl des richtigen Holzernteverfahrens - Eine Optimierungsaufgabe mit Auswirkungen auf den Betriebserfolg; Österreichische Forstzeitung, 2/1988.
- IDRIS, M.M.; 1979: Penggunaan Traktor Unimog untuk Penyaradan Kayu Jati pada Lapangan Curam (Einsatz des Unimog beim Teakholzrücken im steilen Gelände); BPHH-Bericht Nr. 138, Bogor, Indonesien.
- IDRIS, M.M. und SUMANTRI, I.; 1980: Penyaradan Kayu Jati dari Jurang dengan Menggunakan Traktor Unimog Type 406 di Jawa Timur (Teakholzrücken aus Schluchten mit dem Unimog Typ 406 auf Ostjava); BPHH-Bericht Nr. 148, Bogor, Indonesien.

- IMBER, W. et. al.; 1973: Indonesien; Kümmerly & Frey, Geographischer Verlag, Schweiz.
- JUTA, E.H.P.; 1954: Pemungutan Hasil Hutan (Holzernte); Timun Mas N.V., Bogor, Indonesien.
- KARTASUBRATA, J.; 1985: Keadaan Sosioekonomi Masyarakat di Jawa (Sozioökonomische Situation der Bevölkerung auf Java); Vortrag im Rahmen eines Siminars in der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Landwirtschaftlichen Universität Bogor, Indonesien. 6. Juli 1985.
- KEILEN, K.; 1981: Die Jarko-Pöyry-Studie - Eine Herausforderung?; Vortrag im Rahmen eines Kolloquiums des Instituts für Forstbenutzung der Universität Freiburg am 6.2.1981.
- KROTH, W.; 1973: Entscheidungsgrundlagen bei Walderschließungs-investition; Forstwiss. CBL. 92,3, S. 132-152.
- KROTH, W., LÖFFLER, H. und TIMINGER, J.; 1976: Zur Analyse forstbetrieblicher Zielsysteme und Methodik der Entscheidung; Forstwiss. CBL. 95(1976)1, S. 20-44.
- KUONEN, V.; 1983: Wald- und Güterstraßen - Planung-Projektierung-Bau; Eigenverlag des Verfassers, Pfaffenhausen, Schweiz.
- KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK; 1985: Waldschonende Holzernte; 9. KWF-Tagung, Ruhpolding.
- KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK; 1988: Waldpflege Investition für die Zukunft; 10. KWF-Tagung, Heilbronn.
- KULUSIC, B.; 1971: Untersuchungen über das Rücken von Nadelholz unter besonderer Berücksichtigung der Belieferung von Holzhöfen; Aus dem Institut für Forstbenutzung und forstlichen Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg.
- LEBRUN, R.; 1961: Wegebauarbeiten in der modernen Forstwirtschaft; Allg. Forstz. 16(1961)23/24, S. 362-368.
- LIEBSCHER, E.; 1966: Betriebsuntersuchungen beim Rücken - Ergebnisse zur Methodik; Eine Dissertation an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Georg-August-Universität zu Göttingen, Münden.
- LÖFFLER, H. und TIMINGER, J.; 1977: Nutzen-Kosten-Untersuchung über den forstlichen Wirtschaftswegebau; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Zusammenarbeit mit dem Land- und Hauswirtschaftlichen Auswertungs- und Informationsdienst e.V., 4400 Münster-Hiltrup.
- LÖFFLER, H.; 1979: Forsttechnische Geländeklassifikation; Forsttechnische Informationen 32 (12), Mainz, FRG.

- LÖFFLER, H.; 1983: Forstliche Verfahrenskunde, insbes. Holzernte; Vorlesungsgrundlagen an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München.
- LÖFFLER, H.; 1984: Terrain Classification for Forestry; München.
- LÖFFLER, H.; 1985: Grundlagen der forstlichen Verfahrenskunde; Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik der Universität München.
- LÖFFLER, H. und DÜRRSTEIN, H.; 1985: Planung und Bewertung der Walderschließung unter besonderer Berücksichtigung des Kleinprivatwaldes; Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik der Universität München.
- LÖNZMANN, L.; 1968: Der Erschließungskoeffizient, Kennzahl zur Beurteilung von Waldwegenetzen und seine Anwendung bei Neuplanungen; Forstwiss. CBL. 87,4, S. 237-248.
- LUSSIER, L.J.; 1961: Planing and Contrtol of Logging Operation; Loyal Quibec University, Canada.
- MAYER, H.; 1984: Waldbau auf soziologisch-ökologisscher Grundlage; Gustav-Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- MEYKE, U.; 1973: Cost-Effectiveness-Analysis als Planungsinstrument - Unter besonderer Berücksichtigung von Infrastrukturinvestitionen im Verkehr; Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- MISHAM, E.J.; 1975: Elemente der Kosten-Nutzen-Analyse; Campus Verlag, Frankfurt und New York.
- MYRDAL, G.; 1973: Grundprobleme der unterentwickelten Länder; Verlag die Brigg, Augsburg.
- NEGI, S.S.; 1985: Silvicultur of Indian Trees; Gajendra Singh Gahlot at Siva Printes, Dendra Dun, India.
- NEGI, S.S.; 1986: A Handbook of Forestry; International Book Distributors, Dendra Dun, India.
- OEVER, N.; 1935: De Ontwikkeling van den Bosbouw in N.O.I. Vanaf 1900; Ned. Bosb. Tijdschrift 8.
- PATZAK, W. und LÖFFLER, H.; 1982: Technik und Ökonomie der Langzeitlagerung von Stammholz und Schnittholz; Schriftenreihe der forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayer. Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, München.
- PERUM PERHUTANI; 1985: Buku Saku Statistik Tahun 1980-1984 (Statistisches Jahrbuch 1980-1984); Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien.
- PERUM PERHUTANI UNIT I; 1986: Buku Saku Statistik Tahun 1981-1985 (Statistisches Jahrbuch 1981-1985); Perum Perhutani Unit I, Semarang, Indonesien.

- PERUM PERHUTANI UNIT II; 1985: Buku Saku Statistik Tahun 1980-1984 (Statistisches Jahrbuch 1980-1984); Perum Perhutani Unit II, Surabaya, Indonesien.
- PERUM PERHUTANI UNIT III; 1985: Buku Saku Statistik Tahun 1980-1984 (Statistisches Jahrbuch 1980-1984); Perum Perhutani Unit III, Bandung, Indonesien
- RECKTENWALD, H.C.; 1971: Die Nutzen-Kosten-Analyse; J.C.B. Mohr, Tübingen.
- REFA; 1984: Anleitung für Forstliche Arbeitsstudie - Datenermittlung, Arbeitsgestaltung; Weinhert-Druck GmbH, Darmstadt.
- RINZA, R. und SCHMITH, H.; 1977: Nutzwert-Kosten-Analyse; VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.
- ROEDER, O.G.; 1976: Indonesien; Verlag Volk und Heimat, 8021 Buchenhain vor München
- RÖLL, W.; 1979: Indonesien - Entwicklungsprobleme einer tropischen Inselwelt; Ernst Klett, Stuttgart.
- RÖPKE, J.; 1982: Die unterentwickelte Freiheit - Wirtschaftliche Entwicklung und unternehmerisches Handeln in Indonesien; Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- RÖSSNER, H.; 1967: Report on Mechanical Logging in Teak Forest; Forest Engineering Institute, Bogor, Indonesia.
- SANKTJOHANSER, L.; 1971: Zur Frage der optimalen Wegedichte in Gebirgswaldungen; Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. Forstw. Cbl. 90(1971), S. 142-153.
- SEGEBADEN, V.G.; 1964: Studies of Cross-Country Transport Distances and Road Net Extention; Skogshögskolan, Stockholm, Schweden.
- SEGEBADEN, V.G.; 1969: Studies on the Accessibility of Forest and Forest Land in Sweden; Skogshögskolan, Stockholm, Schweden.
- SELLNOW, R.; 1973: Kosten-Nutzen-Analyse und Stadtentwicklungsplanung; Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz.
- SIANTURI, A.; 1984: Produktivitas Angkutan Lori Dorong di Hutan Jati (Produktivität des Holztransports mit Waggonen in den Teakplantagen). BPHH-Bericht Nr. 4, 1984, Bogor, Indonesien.
- SOOM, E.; 1950: Rückaufwand und Wegabstand; Schweiz. Z. Forstwes. 101 (1950), S. 546-560.
- SPEER, J.;: Kostenpreiskalkulation in der Forstwirtschaft; BLV Verlagsgesellschaft München, Bonn, Wien.

- STATISTICAL OFFICE OF EAST JAVA PROVINCE; 1985: Jawa Timur Dalam Angka 1985 (East Java Figures 1985); Kantor Statistik Jawa Timur, Indonesia.
- STATIST. BUNDESAMT; 1985: Statistisches Jahrbuch 1985 für die Bundesrepublik Deutschland; W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart und Mainz.
- STATISTICAL OFFICE OF INDONESIA; 1986: Statistik Indonesia (Statistical Year Book of Indonesia); Biro Pusat Statistik, Jakarta, Indonesia.
- STATISTICAL OFFICE OF ZENTRAL JAVA PROVINCE; 1986: Jawa Tengah Dalam Angka 1986 (Zentral Java in Figures 1986); Kantor Statistik Jawa Tengah, Indonesia.
- STATISTICAL OFFICE OF WEST JAVA PROVINCE; 1986: Jawa Barat Dalam Angka 1986 (West Java in Figures 1986); Kantor Statistik Jawa Barat, Indonesia.
- STERGIADIS, G.; 1982: Wechselwirkungen zwischen Holzernte und Walderschließung in den Bergwäldern Griechenlands; IUFRO-Kongress in München, 1982.
- SUGIARTO; 1982: Studi Kasus Perbandingan Angkutan Kayu dengan Truk dan Lori Dorong di KPH Saradan, Perum Perhutani Unit II Jawa Timur (Vergleichung des Holztransports mit LKW und Waggon im Saradan-Distrikt, Perum Perhutani Unit II, Ostjava); Unveröffentl. Diplomarbeit an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der landwirtschaftlichen Universität Bogor, Indonesien.
- SUNDBERG, U.; 1953: Studier; skogsbrukets transporter; Forskningsstiftelsen SDA:s meddelande (1953) 48.
- SUNDBERG, U.; 1982: A Study on Cost of Machine Use in Forestry-Proposing fuel consumption as cost determinant; The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency, Carpenberg. Report Nr. 142.
- SUNDBERG, U. und SILVERSIDES, C.R.; 1988: Operational Efficiency in Forestry; Volume I: Analysis; Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston und London.
- SUPARTO, R.S.; 1982: Pemanenan Hasil Hutan (Holzernte); Vorlesungsgrundlage an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Landwirtschaftlichen Universität Bogor, Indonesien.
- SURYOKUSUMO, S., et al.; 1972: Pedoman Pembukaan Wilayah Hutan (Richtlinien für die Walderschließung), Bogor, Indonesien.
- TIMINGER, J.; 1974: Beispiel einer Nutzwertanalyse aus der Holzernte; Allgemeine Forstzeitschrift München, 29. Jahrgang. (1974), S. 332-336.

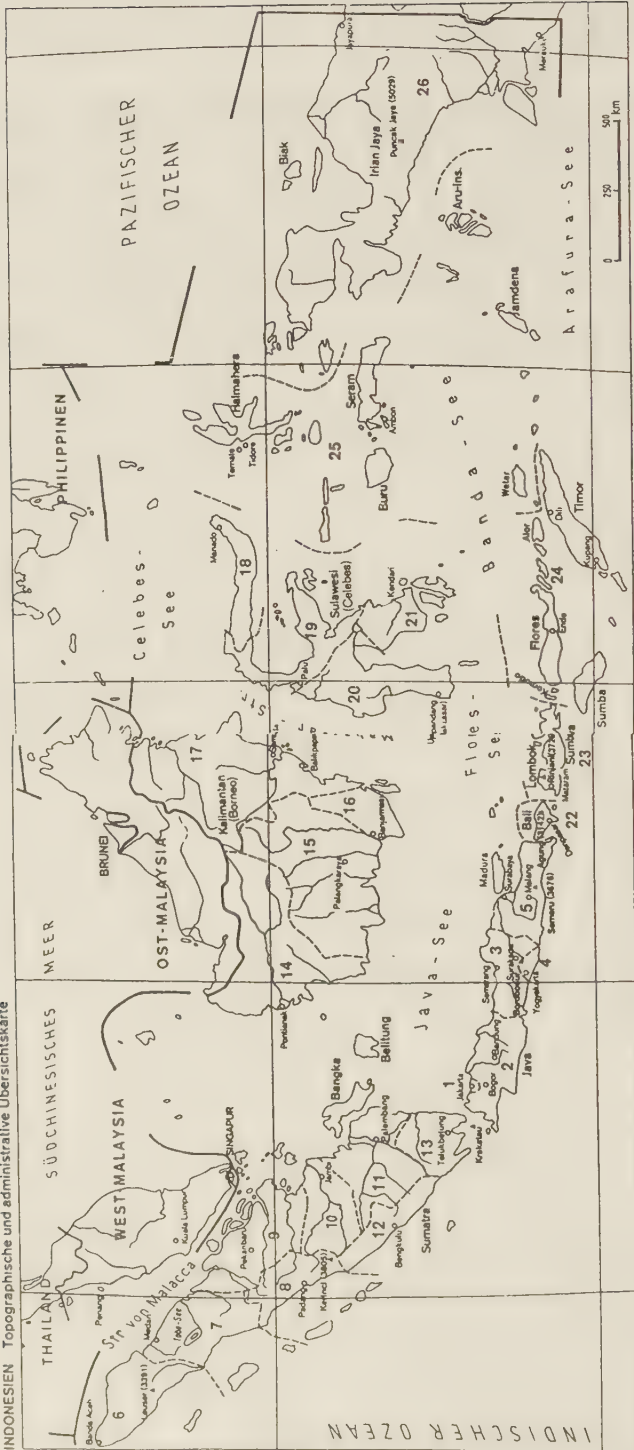
- TRIHADI, A.; 1962: Die Forst- und Holzwirtschaft in Indonesien; Holzzentralblatt Nr. 120.
- UNITED NATIONS; 1986: Statistical Yearbook 1983/84; New York.
- VOLKERT, E.; 1956: Die Bringungstechnik als gemeinsames Problem von Forst- und Holzwirtschaft; J.D. Sauerländers Verlag, Frankfurt am Main.
- WARKOTSCH, W.; 1977: Entscheidungshilfen zur Planung von Holzerntemaßnahmen - Dargestellt am Beispiel des bäuerlichen Kleinprivatwaldes im Landkreis Rosenheim; Forstliche Forschungsanstalt, München.
- WASONO, P.; 1965: Prestasi Kerdja Pekerdjaan Dalam Bidang Kehutanan (Arbeitsproduktivität in der Forstwirtschaft). Lembaga Penelitian Ekonomi Kehutanan, Bogor, Indonesien.
- WINARYO; 1984: Pengaruh Kelas Jalan Terhadap Biaya Angkutan Kayu Jati Kasar dari Randublatung ke Surakarta (Einfluß der Wegekategorie auf die Teakholztransportkosten von Randublatung nach Surakarta); Unveröffentl. Diplomarbeit an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Landwirtschaftlichen Universität Bogor, Indonesien.
- WOLFF, H.E. von WULFFING; 1932: Tabel Tegakan Tamanan Jati (Ertragstafel der Teakplantagen); Berita Pendek Nr. 63, Balai Penelitian Kehutanan, Bogor, Indonesien.
- WÜTHRICH, W.; 1981: Die Überprüfung von generellen Waldstraßenprojekten - Eine Darstellung anhand von vier Beispielen; Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf, Schweiz. Berichte Nr. 226.
- WÜTHRICH, W.; 1985: Anlage und Benützung von Rückegassen; Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen CH-8903 Birmensdorf, Schweiz.

9 ANLAGEN

Übersicht

- Anlage 1: Übersichtskarte von Indonesien
- Anlage 2: Übersichtskarte von Zentraljava
- Anlage 3: Übersichtskarte von Ostjava
- Anlage 4: Übersichtskarte von Westjava
- Anlage 5: Altersklassenverteilung der Teakplantagen auf Zentraljava
- Anlage 6: Altersklassenverteilung der Teakplantagen auf Ostjava
- Anlage 7: Altersklassenverteilung der Teakplantagen auf Westjava
- Anlage 8: Die Entwicklung der Wededichte in den Teakplantagen von 13 Distrikten auf Zentraljava
- Anlage 9: Darstellung des Status quo und Alternativen 1 - 6
- Anlage 9a: Unterschiede der Alternativen 1, 2 und 3 im Vergleich mit Status quo
- Anlage 10a: Basisdaten und Herleitung der Isoquanten- und Kostenlinien
- Anlage 10b: Arbeitskräfte- und Treibstoffinput bei der Holzernte
- Anlage 10c: Treibstoffverbrauch beim Rücken und Ferntransport
- Anlage 10d: Erschließungsdichte, durchschnittliche Rückeentfernung und Gesamtarbeitszeit beim Rücken und Ferntransport
- Anlage 10e: Lohn- und Maschinenkosten bei der Holzernte
- Anlage 11a: Basisdaten des Status quo für die Nutzen-Kosten-Analyse
- Anlage 11b: Basisdaten der Alternativen für die Nutzen-Kosten-Analyse
- Anlage 12: Kosten für die Waldarbeiterausbildung
- Anlage 13a: Lohn- und Maschinenkosten bezüglich Varianten 2 und 3
- Anlage 13b: Arbeitskräfteinput und Treibstoffverbrauch des Status quo und Alternativen bezüglich der Varianten 2 und 3

- Anlage 14: Die einzelnen Kostenkomponenten des Status quo
(a,b,c) und der Alternativen 1, 2, 4, 6 bezüglich der
Varianten 1,2 und 3
- Anlage 15a: Intersektoraler paarweiser Vergleich der Auswirkungen
auf die primäre forstliche Produktion
- Anlage 15b: Intersektoraler paarweiser Vergleich der Auswirkungen
auf die Holzsortierung und den Holzverkauf
- Anlage 15c: Intersektoraler paarweiser Vergleich der Auswirkungen
auf die Ergonomie

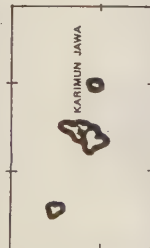


PETA IKHTISAR

WILAYAH KERJA PERUM PERHUTANI

UNIT I

SKALA 1:1000.000

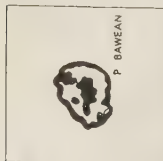
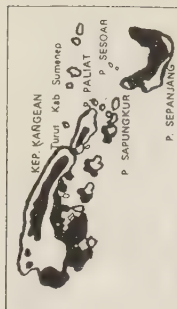


Anlage 2



L A U T

SKALA 1:1.000.000



PETA IKHTISAR



Altersklassenverteilung der Teakplantager auf Zentraljava, Stand 1985 (in ha)

No.	Distrikt	Mittelfristige Planung	Umtiebs- zeit (Jahre)	Altersklasse (10 Jahre)				
				I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Balapulang	1983 - 1992	60	2 260,50	12 861,20	2 962,80	161,60	-
2.	Penalang	1979 - 1988	60	5 955,40	8 829,50	1 390,00	657,40	861,10
3.	Kendal	1977 - 1986	80	4 381,70	4 029,70	2 077,10	523,20	613,70
4.	Semarang	1977 - 1986	80	7 465,60	5 454,30	1 934,60	383,30	280,50
5.	Telawa	1979 - 1988	80	4 269,80	2 139,40	1 012,90	276,90	57,40
6.	Gundih	1981 - 1990	80	4 217,40	5 736,30	2 238,80	302,10	261,70
7.	Purwodadi	1985 - 1994	80	4 229,50	3 327,70	2 202,90	888,40	474,30
8.	Randublutung	1983 - 1992	80	4 411,95	5 037,55	4 883,70	2 731,70	2 140,65
9.	Pati	1979 - 1988	80	6 284,50	3 692,30	1 464,80	647,30	675,50
10.	Mantingen	1981 - 1990	80	2 228,30	1 384,70	2 192,70	819,00	1 661,70
11.	Blora	1985 - 1994	80	2 308,10	2 334,00	1 339,00	721,00	747,90
12.	Kebonharjo	1977 - 1986	80	2 869,60	1 351,50	1 361,90	762,90	646,20
13.	Cepu	1983 - 1992	80	4 225,10	4 619,00	5 699,00	2 280,00	2 199,40
14.	Kedu Selatan	1979 - 1988	60	1 016,70	538,40	130,20	-	-
Summe:				56 124,15	61 335,55	30 890,40	11 154,80	10 619,85
Prozentanteil:				25,81%	28,20%	14,20%	5,13%	4,88%

Quelle : Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien, 1987.

Altersklassenverteilung der Teakplantagen auf Zentraljava, Stand 1985 (in Ha)

No.	Distrikt	Mittelfristige Planung	Umtriebs- zeit (Jahre)	Altersklasse (10 Jahre)					Summe
				VI	VII	VIII	VIII	VIII	
1	2	3	4	10	11	12	13	14	
1.	Balapulang	1983 - 1992	60	10,30	-	-	-	18 256,40	
2.	Penalang	1979 - 1988	60	251,10	10,10	-	250,60	18 205,20	
3.	Kendal	1977 - 1986	80	350,10	635,30	897,00	2 544,30	16 052,10	
4.	Semarang	1977 - 1986	80	253,00	487,80	335,50	576,50	17 171,10	
5.	Telawa	1979 - 1988	80	110,50	66,30	166,50	290,30	8 390,00	
6.	Gundih	1981 - 1990	80	252,20	342,20	10,50	288,40	13 649,60	
7.	Purwodadi	1985 - 1994	80	668,30	408,30	734,10	1 105,40	14 038,90	
8.	Randublutung	1983 - 1992	80	2 985,85	2 150,50	1 610,05	3 648,75	29 600,70	
9.	Pati	1979 - 1988	80	486,50	979,30	384,30	3 490,50	17 105,00	
10.	Mantingen	1981 - 1990	80	1 044,80	1 659,30	808,30	1 806,80	13 605,30	
11.	Blora	1985 - 1994	80	847,90	637,90	919,60	2 004,45	11 659,85	
12.	Kebonharjo	1977 - 1986	80	644,30	1 111,50	738,80	1 430,70	10 417,40	
13.	Cepu	1983 - 1992	80	2 195,00	1 900,80	1 686,30	2 330,60	27 135,20	
14.	Kedu Selatan	1979 - 1988	60	-	-	-	-	1 685,30	
Summe:		-	-	10 099,85	10 389,30	8 090,95	18 767,30	217 472,05	
Prozentanteil:		-	-	4,64%	4,78%	3,72%	8,64%	100%	

Quelle: Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien, 1987.

Altersklassenverteilung der Teakplantagen auf Ostjava, Stand 1984 (in ha)

No.	Distrikt	Mittelfristige Planung	Umtriebs- zeit (Jahre)	Altersklasse (10 Jahre)					V
				I	II	III	IV	V	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Padangan	1976 - 1985	70	6 051,60	3 208,30	1 391,30	688,00	1 154,30	
2.	Bojonegoro	1982 - 1991	70,80	12 084,90	8 511,10	4 340,80	1 889,50	1 573,50	
3.	Parengan	1977 - 1986	80	3 604,40	2 060,40	1 498,60	1 278,40	1 071,30	
4.	Tuban	1978 - 1987	70	8 716,10	4 328,10	2 268,50	817,40	71,10	
5.	Jatirogo	1979 - 1988	80	3 531,60	1 713,10	1 702,50	1 399,20	1 414,40	
6.	Ngawi	1979 - 1988	80	14 941,50	6 483,20	4 005,00	1 792,40	900,00	
7.	Madium	1980 - 1989	80	6 210,60	2 061,77	3 543,60	969,80	1 032,40	
8.	Saradan	1978 - 1987	80	7 443,60	6 041,90	4 284,40	1 853,00	2 121,70	
9.	Nganjuk	1978 - 1987	80	4 041,40	4 041,30	1 112,90	942,60	556,40	
10.	Jombang	1976 - 1985	60,80	8 730,90	3 765,40	2 356,30	1 478,20	927,10	
11.	Mojokerto	1973 - 1982	70	7 645,30	2 333,20	782,70	310,40	340,40	
12.	Blitar								
	- Blitar/Kesamben	1979 - 1988	50	3 757,10	2 557,20	2 927,40	495,80	371,60	
	- Boyolangu I	1983 - 1992	50	1 088,10	1 931,60	3 181,00	129,00	51,20	
	- Boyolangu II	1970 - 1979	50	840,70	3 191,10	-	76,30	-	
13.	Madura	1980 - 1989	60	1 237,30	1 225,00	858,60	571,80	22,50	
14.	Kediri	1980 - 1989	40	120,80	280,40	120,60	104,80	71,30	
15.	Malang	1969 - 1978		1 185,50	3 350,90	421,30	-	-	
16.	Pasuruan	1969 - 1978	50	774,20	350,20	33,00	-	-	
17.	Probolinggo	1978 - 1987	50	1 003,90	793,90	800,10	484,30	56,60	
18.	Jember	1979 - 1987	60	1 612,50	2 418,80	2 228,30	551,20	189,50	
19.	Bondowoso	1969 - 1978		1 021,80	655,70	618,00	101,00	-	
20.	Banyuwangi Utara								
	- Bitakoi	1969 - 1978		557,10	466,30	213,00	22,70	-	
	- Alasbuluh	1975 - 1984		2 201,80	1 247,10	505,60	247,60	-	
21.	Banyuwangi Selatan	1981 - 1990	60	5 784,50	8 488,30	3 811,50	305,70	109,50	
	Summe:	-	-	104 166,20	71 754,27	43 005,00	16 514,10	12 035,20	
	Prozentanteil:	-	-	34,448	23,738	14,228	5,468	3,988	

Quelle : Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien, 1987.

Altersklassenverteilung der Reakplantagen auf Ostjava, Stand 1984 (in ha)

No.	Distrikt	Mittelfristige Planung	Umtriebs- zeit (Jahre)	Altersklasse (10 Jahre)					Summe
				VI	VII	VIII	VIII	Summe	
1	2	3	4	10	11	12	13	14	
1.	Padangan	1976 - 1985	70	543,00	368,60	32,70	6 523,60	19 961,40	
2.	Bojonegoro	1982 - 1991	70,80	1 688,00	1 872,70	1 112,70	2 642,60	35 816,20	
3.	Parenngen	1977 - 1986	80	1 105,00	767,50	1 043,90	2 607,80	15 037,30	
4.	Tuban	1978 - 1987	70	347,40	559,50	68,70	575,70	17 752,50	
5.	Jatirogo	1979 - 1988	80	712,00	845,40	966,20	3 775,50	16 059,90	
6.	Ngawi	1979 - 1988	80	1 328,30	865,50	180,00	5 364,10	35 860,00	
7.	Madiun	1980 - 1989	80	425,00	489,60	420,70	798,00	15 951,47	
8.	Saradan	1978 - 1987	80	1 553,20	1 799,30	712,90	442,60	26 602,60	
9.	Nganjuk	1978 - 1987	80	605,30	314,50	207,40	630,50	12 452,30	
10.	Jombang	1976 - 1985	60,80	1 074,30	1 007,40	236,80	2 794,80	22 364,20	
11.	Mojokerto	1973 - 1982	70	242,30	168,80	58,00	466,90	12 248,00	
12.	Blitar								
-	Blitar/Kesamben	1979 - 1988	50	62,90	16,50	-	74,40	10 262,90	
-	Boyolangu I	1983 - 1992	50	-	-	-	93,10	6 474,00	
-	Boyolangu II	1970 - 1979	50	-	-	-	-	4 108,10	
13.	Madura	1980 - 1989	60	138,40	57,00	-	3 717,50	7 828,10	
14.	Kediri	1980 - 1989	40	-	-	-	-	697,90	
15.	Malang	1969 - 1978		-	-	-	-	4 962,70	
16.	Pasuruan	1969 - 1978	50	-	-	-	-	1 157,40	
17.	Probolinggo	1978 - 1987	50	-	-	-	-	3 138,80	
18.	Jember	1979 - 1987	60	-	12,30	-	-	7 012,60	
19.	Bondowoso	1969 - 1978		-	-	-	-	2 397,50	
20.	Banyuwangi Utara								
-	Bitakol	1969 - 1978		-	-	-	338,10	1 597,20	
-	Alasbuluh	1975 - 1984		-	-	-	-	4 202,10	
21.	Banyuwangi Selatan	1981 - 1990	60	-	-	-	-	18 499,50	
Summe:		-	-	9 825,10	9 144,60	5 160,00	27 945,50	302 444,67	
Prozentanteil:		-	-	3,25%	3,02%	1,71%	10,19%	100%	

Quelle : Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien, 1987.

Altersklassenverteilung der Teakplantagen auf Westjava, Stand 1985 (in ha)

No.	Distrikt	Mittelfristige Planung	Umtriebs- zeit (Jahre)	Altersklasse (10 Jahre)					Summe
				I	II	III	IV	IV	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Sukabumi	1983 - 1992	40	1 984,50	4 185,77	199,00	522,00	122,35	7 013,92
2.	Cianjur	1977 - 1992	40	3 320,10	1 594,83	1 422,10	236,00	-	6 573,49
3.	Purwakarta	1984 - 1993	40	3 624,70	4 851,29	1 248,55	252,00	49,10	10 025,74
4.	Bandung Utara	1979 - 1985	40	640,59	882,74	561,52	-	-	2 084,85
5.	Bandung Selatan	1978 - 1983	40	128,00	108,45	250,55	321,00	5,50	813,53
6.	Garut	1979 - 1984	40	1 377,60	1 226,72	216,44	1,50	-	2 823,51
7.	Tasikmalaya	1985 - 1994	40	1 192,50	2 020,05	612,60	125,00	-	3 930,75
8.	Ciamis	1984 - 1993	40	3 204,93	2 661,45	2 293,35	265,00	-	8 424,83
9.	Sumedang	1983 - 1992	40	644,70	4 483,35	747,80	878,00	555,35	7 309,51
10.	Indramayu	1983 - 1992	40	1 022,40	5 442,71	492,10	957,00	868,05	8 782,59
11.	Kuningan	1976 - 1981	40	248,40	1 254,90	-	-	-	1 503,30
Summe:				17 388,42	28 712,26	8 044,37	3 541,50	1 600,35	59 286,02
Prozentanteil:				29,33%	48,43%	13,57%	5,97%	2,70%	100%

Quelle : Perum Perhutani, Jakarta, Indonesien, 1987.

Anlage 8

Die Entwicklung der Wededichte in den Teakplantagen von
13 Distrikten auf Zentraljava

No. Distrikt	Holzboden- fläche (ha)	Waldwege kategorien	Wege- bzw. Eisen- bahndichte (m/ha)		
			1975	1980	1985
1 2	3	4	5	6	7
1. Balapulang	18 256	- Befestigte Waldwege	-	0,19	0,39
		- Spurwege	-	-	0,19
		- Unbefestigte Waldwege	4,08	4,20	3,75
		Summe	4,08	4,39	4,33
		- Eisenbahn	1,02	1,00	1,22
2. Pemalang	18 206	- Befestigte Waldwege	1,16	0,50	0,81
		- Spurwege	0,88	0,53	0,71
		- Unbefestigte Waldwege	2,67	2,72	3,37
		Summe	4,71	3,75	4,89
		- Eisenbahn	2,64	2,57	2,54
3. Kendal	16 053	- Befestigte Waldwege	2,16	3,18	4,06
		- Spurwege	-	-	1,31
		- Unbefestigte Waldwege	7,09	3,19	2,93
		Summe	9,25	7,00	8,30
		- Eisenbahn	3,36	3,42	2,34

Anlage 8

1	2	3	4	5	6	7
4. Semarang	17 171	- Befestigte Waldwege	6,09	6,06	6,81	
		- Spurwege	-	-	-	
		- Unbefestigte Waldwege	4,61	4,91	4,28	
		Summe	10,70	10,97	11,09	
		- Eisenbahn	7,95	7,53	4,04	
5. Telawa	8 390	- Befestigte Waldwege	-	8,47	6,69	
		- Spurwege	-	-	2,37	
		- Unbefestigte Waldwege	-	6,60	7,86	
		Summe	-	15,07	16,92	
		- Eisenbahn	3,44	3,44	3,05	
6. Gundih	13 649	- Befestigte Waldwege	3,99	5,93	5,93	
		- Spurwege	0,15	0,15	0,88	
		- Unbefestigte Waldwege	4,20	2,70	2,89	
		Summe	8,34	8,78	9,70	
		- Eisenbahn	7,00	6,11	2,82	

Anlage 8

1	2	3	4	5	6	7
7. Purwadadi	14 043	- Befestigte Waldwege	-	3,60	6,28	
		- Spurwege	-	-	-	
		- Unbefestigte Waldwege	-	11,18	11,03	
		Summe	-	14,78	17,31	
		- Eisenbahn	-	11,86	9,34	
8. Randublatung	29 603	- Befestigte Waldwege	4,24	4,68	3,63	
		- Spurwege	-	-	0,32	
		- Unbefestigte Waldwege	0,35	3,08	4,23	
		Summe	4,59	7,76	8,18	
		- Eisenbahn	5,47	5,54	4,55	
9. Pati	16 818	- Befestigte Waldwege	2,81	4,19	7,84	
		- Spurwege	-	-	0,21	
		- Unbefestigte Waldwege	11,74	3,28	5,45	
		Summe	14,55	7,47	13,50	
		- Eisenbahn	2,32	3,44	2,26	

Anlage 8

1	2	3	4	5	6	7
10. Manatingen	13 785	- Befestigte Waldwege	5,84	6,89	10,14	
		- Spurwege	-	-	5,01	
		- Unbefestigte Waldwege	6,00	2,77	0,89	
		Summe	11,84	9,66	16,04	
		- Eisenbahn	4,75	4,64	4,68	
11. Blora	11 661	- Befestigte Waldwege	-	0,64	5,70	
		- Spurwege	-	-	2,05	
		- Unbefestigte Waldwege	-	0,69	0,88	
		Summe	-	1,33	8,63	
		- Eisenbahn	-	10,01	9,33	
12. Kebonharjo	10 918	- Befestigte Waldwege	5,53	4,56	9,38	
		- Spurwege	-	-	0,58	
		- Unbefestigte Waldwege	8,69	5,84	3,82	
		Summe	12,22	10,40	13,78	
		- Eisenbahn	3,95	4,03	4,05	

Anlage 8

1	2	3	4	5	6	7
13. Cebu	27 135	- Befestigte Waldwege	0,44	1,41	7,50	
		- Spurwege	-	-	0,17	
		- Unbefestigte Waldwege	0,44	0,70	1,78	
		Summe	0,88	2,11	9,45	
		- Eisenbahn	8,69	8,68	8,68	
Die Wegedichte i.D.		- Befestigte Waldwege	2,40	3,58	5,47	
		- Spurwege	0,88	0,06	0,87	
		- Unbefestigte Waldwege	3,57	3,64	3,89	
		Summe	6,05	7,28	10,23	
		- Eisenbahn	4,31	5,61	4,87	

Quelle: Abteilung für Walderschließungsplanung, Perum Perhutani
Unit I, Saltiga, Zentraljava, Indonesien

Darstellung des Status quo und der Alternativen 1 und 2 Anlage 9

	Status quo	Alternative 1	Alternative 2
I Walderschließung - Erschließungs- mittel - Erschließungs- dichte	Waldwege 6,65 m/ha	Eisenbahn 7,20 m/ha	Waldwege 8,17 m/ha
II Holzernte: - Fällten und Aufarbeiten - Rücken	Anzahl der Arbeiter 2 1 Mit Ochsen im Kurzholz- verfahren	Anzahl der Arbeiter 2 1 Mit Ochsen im Kurzholz- verfahren	Anzahl der Arbeiter 2 1 Manuell mit 2-Mann-Hand- säge Mit Ochsen im Kurzholz- verfahren
III Ferntransport	Mit LKW, 7-Mann-Rotte: - 1 Fahrer - 1 Beifahrer - 5 Be- und Entlade- arbeiter Die Be- und Entladearbeiter fahren ständig mit LKW mit 7	Mit handge- schobenen Waggon Be- und Ent- laden, sowie schieben wird von einer 5-Mann-Rotte durchgeführt 5	Mit LKW - Das Beladen durch 5-Mann-Rotte (im Gegensatz zum Status quo bleiben die Beladearbeiter im fliegenden Holzlagerplatz) - Entladen durch 2-Mann-Rotte (diese Arbeiter bleiben im Zentral- holzlagerplatz) - LKW-Fahrer und Bei- fahrer 2
IV Summe der Arbeiter	10	8	12

Anlage 9

Darstellung der Alternativen 3, 4, und 5

	Alternative 3	Alternative 4	Alternative 5
I Erschließung - Erschließungs- mittel - Erschließungs- dichte	Eisenbahn 10,16 m/ha	Waldwege 11,53 m/ha	Eisenbahn 10,87 m/ha
II Holzernte - Fällen und Auf- arbeiten - Rücken	Anzahl der Arbeiter 2 2 2 2	Anzahl der Arbeiter 2 2 2 2	Anzahl der Arbeiter 2 2 2 2
III Ferntransport	Mit handgescho- benem Waggon Be- und Entla- den, sowie Schie- ben wird von einer 5-Mann- Rotte durch- geführt	Mit LKW - Das Beladen durch 5-Mann- Rotte - Das Entladen durch 2-Mann- Rotte - LKW-Fahrer und Beifahrer	Mit handgescho- benem Waggon durch 5-Mann Rotte
IV Summe der Arbeiter	9	13	13

Darstellung der Alternativen 6

	Alternative 6	
I Erschließung - Erschließungs- mittel - Erschließungs- dichte	Waldwege 12,34 m/ha	
II Holzernte - Fällen und Auf- arbeiten - Rücken	Manuell mit 2-Mann-Hand- säge Mit Schlepper im Langholz- verfahren (> 4 m)	Anzahl der Arbeiter 2 2
III Ferntransport	Mit LKW - Das Beladen durch 5-Mann- Rotte - Das Entladen durch 2-Mann- Rotte - LKW-Fahrer und Beifahrer	5 2 2
IV Summe der Arbeiter		13

Unterschiede der Alternativen 1, 2 und 3 im Vergleich mit Status quo

Kriterien	Status quo	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
1. Erschließungs- mittel	-Waldwege	- Eisenbahn	- Waldwege	- Eisenbahn
2. Erschließungs- dichte (m/ha) bei Holzein- schlag 5 m³/ha und Jahr	- WD = 6,65 m/ha mit einer durch- schnittlichen Rückentfernung (RE) = 752 m	- ED = 7,20 m/ha mit RE = 694 m	- WD = 8,17 m/ha mit RE = 613 m	- ED=10,16m/ha mit RE = 492m
3. Rückemittel	- Ochsen	- Ochsen	- Ochsen	- Schlepper
4. Rückeverfahren	- Kurzholzverfah- ren (< 4 m)	- Kurzholzverfahren (< 4 m)	- Kurzholzverfahre (< 4 m)	- Kurzholzver- fahren (<4m)
5. Ferntransport- mittel	- LKW	- Handgeschobener Eisenbahnwaggon	- LKW	- Waggon
6. Ferntransport- organisation	- 7-Mann-Rotte für Be-, Entladen und Transport	- 5-Mann-Rotte für Be-, Entladen und Transport	- Beladen 5-Mann- Rotte - Transport 2-Mann- Rotte - Entladen 2-Mann- Rotte	- 5-Mann-Rotte für Be-, Ent- laden und Transport
7. Aufwand an Arbeitszeit (Min/m³)	- 579,98 Min/m³	- 615,18 Min/m³	- 325,55 Min/m³	- 545,34 Min/m³
8. TAP (m³/Mann und Stunde)	- 0,10 m³/Mann und Stunde	- 0,10 m³/Mann und Stunde	- 0,18 m³/Mann und Stunde	- 0,11 m³/Mann und Stunde
9. Summe der Arbeiter	- 10 Arbeiter	- 8 Arbeiter	- 12 Arbeiter	- 9 Arbeiter
10. Kosten (Rp/m3)	- 7 552,80 Rp/m³	- 6 487,29 Rp/m³	- 5 387,18 Rp/m³	- 7 752,72Rp/m³

Anlage 9 b

Unterschied der Alternativen 4, 5 und 6 im Vergleich mit Status quo

Kriterien	Alternative 4	Alternative 5	Alternative 6
1. Erschließungs- mittel	- Waldwege	- Eisenbahn	- Waldwege
2. Erschließungs- dichte (m/ha) bei Holzein- schlag 5 m³/ha und Jahr	- WD = 11,53 m/ha mit RE = 434 m	- ED = 10,87 m/ha mit RE = 460 m	- WD = 12,34 m/ha mit RE = 405 m
3. Rückemittel	- Schlepper	- Schlepper	- Schlepper
4. Rückeverfahren	- Kurzholzver- fahren (< 4 m)	- Langholzverfahren (> 4 m)	- Langholzverfahren (> 4 m)
5. Ferntransport- mittel	- LKW	- Waggon	- LKW
6. Ferntransport- organisation	- Beladen 5-Mann- Rotte - Transport 2-Mann- Rotte - Entladen 2-Mann- Rotte	- 5-Mann-Rotte für Be-, Entladen und Transport	- Beladen 5-Mann- Rotte - Transport 2-Mann- Rotte - Entladen 2-Mann- rotte
7. Aufwand an Arbeitszeit (Min/m³)	- 262,85 Min/m³	- 550,54 Min/m³	- 267,63 Min/m³
8. TAF (m³/Mann und Stunde	- 0,23 m³/Mann und Stunde	- 0,11 m³/Mann und Stunde	- 0,22 m³/Mann und Stunde
9. Summe der Arbeiter	- 13 Arbeiter	- 9 Arbeiter	- 13 Arbeiter
10. Kosten (Rp/m³)	- 6 526,32 Rp/m³	- 8 088,47 Rp/m³	- 6 834,25 Rp/m³

Basisdaten und Herleitung der Isoquanten- und Kostenlinien

Zeitaufwand, technische Arbeitsproduktivität und Arbeitskräfteinput bei der Holzernte im Flachiang ($< 15^\circ$) in den Teakplantagen auf Java (BHD = 40 cm)

Alternative (Arbeitsverfahren)	TAP m ³ /Mann und Stunde	Aufwand an Arbeitszeit min/m ³	Arbeitskräfte- input Mann-Std./m ³
1	2	3	4
Status quo	0,10	579,98	9,67
Alternative 1	0,10	615,18	10,25
Alternative 2	0,18	325,55	5,43
Alternative 3	0,11	545,34	9,09
Alternative 4	0,23	262,85	4,38
Alternative 5	0,11	550,54	9,17
Alternative 6	0,22	267,63	4,46

Arbeitskräfte- und Treibstoffinput bei der Holzernte.

Alternative (Arbeitsverfahren)	Arbeitskräfte input Mann-Std./m ³	Treibstoffskräfte- input Liter/m ³
1	2	4
Status quo	9,67	3,72
Alternative 1	10,25	0,00
Alternative 2	5,43	2,93
Alternative 3	9,09	6,48
Alternative 4	4,38	8,75
Alternative 5	9,17	7,00
Alternative 6	4,46	9,34

Vergleichsweise vorteilhafte Alternativen (s.a. Abb. 43 A) sind:

Alternative 1

Alternative 2

Alternative 4

Alternative 6

Isoquantenlinien: $Y = -7,6086 + 69,95/X$; $r = 0,9362$

Treibstoffverbrauch beim Rücken und Ferntransport

Alternative (Arbeitsverfahren)	Rücken ¹⁾ Liter/m ³	Ferntrans- port ²⁾ Liter/m ³	Summe (1) + (2) Liter/m ³
1	2	3	4
Status quo	0	3,72	3,72
Alternative 1	0	0	0
Alternative 2	0	2,93	2,93
Alternative 3	6,48	0	6,48
Alternative 4	5,82	2,93	8,75
Alternative 5	7,00	0	7,00
Alternative 6	6,30	2,93	9,23

1) Rücken:

- Rücken mit Ochsen: Treibstoffverbrauch = 0
- Rücken mit Schlepper: Treibstoffverbrauch = 12 l/Std.

2) Ferntransport:

- Ferntransport mit Waggon: Treibstoffverbrauch = 0
- Ferntransport mit LKW: Treibstoffverbrauch = 5 l/Std.

Anlage 10 d

Erschließungsdichte, durchschnittliche Rückeentfernung und
Gesamtarbeitszeit beim Rücken und Ferntransport

Alternative (Arbeits-)	Erschlies- sungs- dichte (m/ha)	Durchschn. Rücke- ent- fernung (m)	Rücke- mittel	Aufwand an Arbeitszeit (min/m³ und Rotte)		Fern- transport- mittel
				Rücken	Ferntransport	
1	2	3	4	5	6	7
- Status quo	6,65	752	Ochsen	173,07	44,63	LKW
- Alternative 1	7,20	694	Ochsen	134,61	80,53	Waggon
- Alternative 2	8,17	612	Ochsen	120,92	35,14	LKW
- Alternative 3	10,16	492	Schlepper	32,39	80,53	Waggon
- Alternative 4	11,53	434	Schlepper	29,11	35,14	LKW
- Alternative 5	10,87	460	Schlepper	34,99	80,53	Waggon
- Alternative 6	12,34	405	Schlepper	31,50	35,14	LKW

Lohn- und Maschinenkosten bei der Holzernte

	Lohnkosten Rp/Std. und Mann	Maschinen- kosten Rp/Std.	Maschinen- kosten Rp/l Trst.
1	2	3	4
Fällen:	357		
Rücken:			
- Rücken mit Ochsen	500		
- Rücken mit Schlepper:			
· Fahrer	700		
· Beifahrer	500		
Be- und Entladearbeiter und Ferntransport mit Waggon	357		
Ferntransport mit LKW:			
- Fahrer	500		
- Beifahrer	350		
Schlepper		6 548	546
LKW		1 728	346
i.D.	466		446

Isoquantenlinien: $C = 446 * Y + 466 * X$

Basisdaten des Status quo für die Nutzen-Kosten-Analyse

1 Walderschließung - Wegedichte i.D. - Durchschn. Rückeentfernung	6,65 m/ha 752,00 m
2 Holzeinschlag	5 m³/ha und Jahr
3 Gesamtkorrekturfaktor	2
4 Fällen und Aufarbeiten - TAP - Arbeitskosten	0,64 m³/Std. und Jahr 357,00 Rp/Std. und Mann
5 Rückekosten mit Ochsen und 1 Arbeiter - TAP Be- und Entladen - TAP Rücken - Kosten pro Betriebsstunde - Entf. abhängige Rückekosten	2,60 m³/Std. und Mann 3,02 m³/Std. und Mann 1300 Rp/Std. 431 Rp/m³ und km
6 Ferntransport mit LKW (7-Mann-Rotte) - Beladen 7-Mann-Rotte . TAP Beladen - Transport 7-Mann-Rotte . TAP Transport - Entladen 7-Mann-Rotte . TAP Entladen - Kosten pro Betriebsstunde	0,71 m³/Std. und Mann 0,29 m³/Std. und Mann 2,86 m³/Std. und Mann 4363 Rp/Std.

Basisdaten der Alternativen für die Nutzen-Kosten-Analyse

1 Walderschließung - Neubaukosten . Waldwege . Eisenbahn . Wege- bzw. Eisenbahnunterhaltungs-kosten - Amortisationszeitraum - Kalkulationszinsfuß	12000 Rp/m 17500 Rp/m 500 Rp/m und Jahr 20 Jahre 3,5 %
2 Holzeinschlag	5 m³/ha und Jahr
3 Gesamtkorrekturfaktor	2
4 Optimale Wegedichte : - Alternative 1 - Alternative 2 - Alternative 4 - Alternative 6	7,20 m/ha 8,17 m/ha 11,53 m/ha 12,34 m/ha
5 Durchschn. Rückeentfernung - Alternative 1 - Alternative 2 - Alternative 4 - Alternative 6	694 m 612 m 434 m 405 m
6 Fällen und Aufarbeiten (2-Mann-Rotte) - TAP - Kosten pro Betriebsstunde	0,77 m³/Std. und Mann 714 Rp/Std.
7 Rücken mit Ochsen und 1 Arbeiter (Kurzholzverfahren, Stammlänge < 4m; für Alternativen 1 und 2 - TAP Be- und Entladen - TAP Rücken - Kosten pro Betriebsstunde - Entf. abhängige Rückekosten	3,12 m³/Std. und Mann 3,62 m³/Std. und Mann 1300 Rp/Std. 359 Rp/m³ und km
8 Rücken mit Schlepper; 2-Mann-Rotte (Kurzholzverfahren, Stammlänge < 4m; für Alternativen 4 - TAP Be- und Entladen - TAP Rücken - Kosten pro Betriebsstunde - Entf. abhängige Rückekosten	5,87 m³/Std. und Mann 5,42 m³/Std. und Mann 7748 Rp/Std. 715 Rp/m³ und km
9 Rücken mit Schlepper; 2-Mann-Rotte (Langholzverfahren, Stammlänge > 4m; für Alternativen 6 - TAP Be- und Entladen - TAP Rücken - Kosten pro Betriebsstunde - Entf. abhängige Rückekosten	5,12 m³/Std. und Mann 4,73 m³/Std. und Mann 7748 Rp/Std. 819 Rp/m³ und km

Anlage 11b

10 Ferntransport mit LKW (für Alternativen 2,4 und 6) - Beladen 5-Mann-Rotte . TAP Beladen - Kosten pro Betriebsstunde - Transport 2-Mann-Rotte . TAP Transport (TE = 23 km) - Kosten pro Betriebsstunde - Entladen 2-Mann-Rotte . TAP Entladen - Kosten pro Betriebsstunde	0,85 m³/Std. und Mann 4363 Rp/Std. 1,36 m³/Std. und Mann 2578 Rp/Std. 5,00 m³/Std. und Mann 3292 Rp/Std.
11 Ferntransport mit Waggon 5-Mann-Rotte für Beladen, Transport und Entladen (Alternative 1) - TAP Beladen - TAP Transport (TE = 16 km) - TAP Entladen - Kosten pro Betriebsstunde	0,55 m³/Std. und Mann 0,22 m³/Std. und Mann 2,88 m³/Std. und Mann 2315 Rp/Std.

Kosten für die Waldarbeiterausbildung auf Java

Ausbildungsort : Arbeitsplatz in jedem Distrikt
 Teilnehmer : Teilnehmerkreis entspricht der Arbeitsorganisation bei mittleren Holzernte-Operationen (siehe Tabelle 26)

- 6 Holzfäller
- 2 Schichtholzsammler
- 6 Rückearbeiter mit Ochsen
- 2 Rückearbeiter mit Schlepper (Fahrer und Beifahrer)
- 5 Be- und Entladearbeiter
- 2 LKW - Fahrer und Beifahrer

- Summe der Teilnehmer = 23 Personen

Dauer : 14 Tage/Jahr

1. Kosten für Lehrkräfte :

Lehrkräfte der Forstwirtschaftlichen Fakultät der Universität
 Bogor und Forstlichen Forschungsanstalt Bogor:

1 Lehrer	= 21 000 Rp/Tag * 14 Tage = 294 000 Rp
1 Techniker	= 17 000 Rp/Tag * 14 Tage = 238 000 Rp
Reisekosten für Lehrer	= 25 000 Rp
Reisekosten für Techniker	= 15 000 Rp

Summe : = 572 000 Rp

(Nach Standardkosten der indonesischen Regierung)

2. Kosten für die Waldarbeiter :

6 Holzfäller	= 6 * 357 Rp/Std. * 6 Std./Tag * 14 Tage = 179 928 Rp
2 Schichtholzsammler	= 2 * 357 Rp/Std. * 6 Std./Tag * 14 Tage = 59 976 Rp
6 Rückearbeiter mit Ochsen	= 6 * 500 Rp/Std. * 6 Std./Tag * 14 Tage = 252 000 Rp

Anlage 12

1 Schlepper - Fahrer	= 700 Rp/Std. * 6 Std./Tag * 14 Tage	= 58 800 Rp
1 Schlepper - Beifahrer	= 500 Rp/Std. * 6 Std./Tag * 14 Tage	= 42 000 Rp
5 Be- und Entladearbeiter	= 5 * 357 Rp/Std. * 6 Std./Tag * 14 Tage	= 149 940 Rp
1 LKW - Fahrer	= 500 Rp/Std. * 6 Std./Tag * 14 Tage	= 42 000 Rp
1 LKW - Beifahrer	= 350 Rp/Std. * 6 Std./Tag * 14 Tage	= 29 400 Rp
Summe 2		= 814 044 Rp

(Nach Lohnkosten/Std. für Holzernte und Holztransport in den Teakplantagen auf Java).

3. Lehrmittel- und Materialkosten :

- Zwei-Mann-Handsäge :

3 Hobelzahnsägen (4 Schneidezähne)	= 3 * 130,10 DM * 341 Rp/DM * 130 %	= 173 020 Rp
3 Hobelzahnsägen (2 Schneidezähne)	= 3 * 130,10 DM * 341 Rp/DM * 130 %	= 173 020 Rp
3 Zugsägen (Dreiecksbezahnung)	= 3 * 49,15 DM * 341 Rp/DM * 130 %	= 65 365 Rp

- Bügelsäge :

3 Bügelsägen (4 Schneidezähne)	= 3 * 23,10 DM * 341 Rp/DM * 130 %	= 30 721 Rp
3 Bügelsägen (2 Schneidezähne)	= 3 * 22,45 DM * 341 Rp/DM * 130 %	= 29 856 Rp
3 Bügelsägen (Dreiecksbezahnung)	= 3 * 22,45 DM * 341 Rp/DM * 130 %	= 29 856 Rp

- Äxte :

3 Ochsenkopf-Iltis-Axt	= 3 * 51,25 DM * 341 Rp/DM * 130 %	= 68 157 Rp
3 Forsthandbeile	= 3 * 23,10 DM * 341 Rp/DM * 130 %	= 30 721 Rp

- <u>Keile</u> :			
6 Fäll- und Schnittkeile			
= 6 * 10,50	DM * 341 Rp/DM * 130 %		= 27 928 Rp
- <u>Hämmer</u> :			
3 Vorschlagshämmer			
= 3 * 8,80	DM * 341 Rp/DM * 130 %		= 11 703 Rp
- <u>Bandmaß</u> :			
3 Glasfaserbandmaße 16 mm, 20 m lang			
= 3 * 25,15	DM * 341 Rp/DM * 130 %		= 33 447 Rp
3 Durchmesser-Gewebefbandmaße 16 mm, 3 m lang			
= 3 * 19,30	DM * 341 Rp/DM * 130 %		= 25 667 Rp
- <u>Feilen</u> :			
3 Dreikant-Sägefeilen			
= 3 * 4,30	DM * 341 Rp/DM * 130 %		= 5 719 Rp
3 Feinsägefeilen			
= 3 * 6,90	DM * 341 Rp/DM * 130 %		= 9 176 Rp
3 Universalfeilen			
= 3 * 8,75	DM * 341 Rp/DM * 130 %		= 11 673 Rp
- <u>Sappies</u> :			
6 Tiroler Sappies			
= 6 * 52,50	DM * 341 Rp/DM * 130 %		= 139 640 Rp
- <u>Wendehaken</u> :			
2 Wendehaken			
= 2 * 70,00	DM * 341 Rp/DM * 130 %		= 62 062 Rp
			Summe = 927 695 Rp

(Die Preise sind dem Handbuch der Forstkultur 1984/1985, Forst-
kultur GmbH entnommen. Umrechnungskurs nach UNITED NATIONS 1986:
Statistical Yearbook 1983/1984; im Jahre 1984 1 DM = 341 Rp.
Für die Lieferkosten und Sonstiges wird um 30 % des Gesamt-
Preises unterstellt, weiter wird angenommen, daß diese Handgeräte
5 Jahre für die Ausbildung genutzt werden können).

- Annuität für die Handgeräte			
= 927 695 *	$\frac{1,08^5 * 0.08}{1,08^5 - 1}$		= 232 342 Rp

Anlage 12

- Ochsen		
6 Paar Ochsen		
	$= 6 * 4000 \text{ Rp/Tag} * 14 \text{ Tage}$	$= 336\ 000 \text{ Rp}$
- Schlepper		
1 Schlepper		
	$= 6548 \text{ Rp/Std.} * 6 \text{ Std./Tag} * 14 \text{ Tage}$	$= 550\ 032 \text{ Rp}$
- LKW		
1 LKW		
	$= 1728 \text{ Rp/Std.} * 6 \text{ Std./Tag} * 14 \text{ Tage}$	$= 145\ 152 \text{ Rp}$
- Winch-Loader		
1 Winch-Loader		
	$= 50 \text{ Rp/Std.} * 6 \text{ Std./Tag} * 14 \text{ Tage}$	$= 4\ 200 \text{ Rp}$
	Summe 3	$= 1\ 267\ 726 \text{ Rp}$

(Die Kosten sind nach Angaben vom Perum Perhutani)

4. Verwaltungskosten und Sonstiges

20 % der Gesamtkosten von 1, 2, 3 $= 530\ 754 \text{ Rp}$

Gesamtausbildungskosten $= 3\ 184\ 524 \text{ Rp}$

- 1 Jahr = 1000 Arbeitsstunden
- Ausbildungsinvestition pro Stunde und Arbeiter
 $= 3\ 184\ 524 \text{ Rp} / 23 \text{ Arbeiter} * 1000 \text{ Std} = 138,46 \text{ Rp/Mann/Std.}$

- TAP für die ganze Arbeitskette vor Ausbildung $= 0,10 \text{ m}^3/\text{Mann}$ und Stunde.
- Es wird unterstellt, daß sich die TAP nach Ausbildung i.D. um 20 % erhöht (siehe AYZ, 1986, S. 259, TAP nach Ausbildung und verbesserte Werkzeuge um 20 - 25 % erhöht).
- TAP für die ganze Ausbildungskette nach Ausbildung
 $= 0,12 \text{ m}^3/\text{Mann und Stunde}$

- Ausbildungsinvestition pro m³ Holzproduktion

$$= \frac{138,46 \text{ Rp/Mann und Std.}}{0,12 \text{ m}^3/\text{Mann und Std.}} = \underline{\underline{1\,154 \text{ Rp/m}^3}}$$

- Ausbildungsinvestition pro ha und Jahr bei Holzeinschlag von 5 m³/ha und Jahr

$$= 5 \text{ m}^3/\text{ha und Jahr} * 1154 \text{ Rp/m}^3 = \underline{\underline{5\,770 \text{ Rp/ha u. Jahr}}}$$

Anlage 13a

Lohn- und Maschinenkosten (Bezugszeitraum 5 Jahre) bezüglich Varianten 2 und 3

Aktivität	Lohnkostensteigerung um 10 % pro Jahr (Rp/Std)	Maschinenkosten			
		jährliche Steigerung um 5 %		jährliche Steigerung um 15 %	
		Rp/Std.	Rp/l Treibstoff	Rp/Std.	Rp/l Treibstoff
1	2	3	4	5	6
Fällen:	575				
Rücken:					
- Rücken mit Ochsen	805				
- Rücken mit Schlepper:					
. Fahrer	1 127				
. Beifahrer	805				
Be- und Entladearbeiter und Ferntransport mit Waggon	575				
Ferntransport mit LKW:					
- Fahrer	805				
- Beifahrer	564				
Schlepper		8 548	712	13 162	1 097
LKW		2 212	442	3 728	746
i.D.	751	-	577	-	922

Anlage 13b

Arbeitskräfteinput und Treibstoffverbrauch bei Status quo und Alternativen bezüglich der Varianten 2 und 3

Alternative (Arbeitsver- fahren)	TAP m³/Mann und Std.	Aufwand an Ar- beitszeit min/m³	Arbeits- kräfte- input Mann-Std./m³	Treibstoffverbrauch		
				Rücken 1) Treibstoff l/m³	Ferntransport 2) Treibstoff l/m³	Summe Sp. 5 + 6
1	2	3	4	5	6	7
<u>Variante 1</u> (siehe Tab. 41)						
<u>Variante 2</u>						
Status quo	0,10	579,98	9,67	0	3,72	3,72
Alternative 1	0,10	598,16	9,97	0	0	0
Alternative 2	0,19	309,57	5,16	0	2,93	2,93
Alternative 3	0,11	537,67	8,96	5,71	0	5,71
Alternative 4	0,23	256,23	4,27	5,16	2,93	8,09
Alternative 5	0,11	542,29	9,04	6,17	0	6,17
Alternative 6	0,23	260,47	4,34	5,58	2,93	8,15
<u>Variante 3</u>						
Status quo	0,10	579,98	9,67	0	3,72	3,72
Alternative 1	0,10	584,31	9,74	0	0	0
Alternative 2	0,20	297,93	4,97	0	2,93	2,93
Alternative 3	0,11	529,75	8,83	4,92	0	4,92
Alternative 4	0,24	249,33	4,16	4,47	2,93	7,40
Alternative 5	0,11	536,46	8,95	5,64	0	5,64
Alternative 6	0,24	253,16	4,22	4,85	2,93	7,78

- 1) Rücken: Rücken mit Ochsen: Treibstoffverbrauch = 0
Rücken mit Schlepper: Treibstoffverbrauch = 12 l/Std.
- 2) Ferntransport: Ferntransport mit Waggon: Treibstoffverbrauch = 0
Ferntransport mit LKW: Treibstoffverbrauch = 5 l/Std.

Anlage 14a

Die einzelnen Kostenkomponenten des Status quo und der Alternativen 1, 2, 4 und 6 bezüglich der Variante 1

Kostenkomponente	Maßeinheit	Status quo	Alternative			
			1	2	4	6
1	2	3	4	5	6	7
a Erschließungskosten						
a ₁ Wege-/Eisenbahnbaukosten	Rp/ha und Jahr	11 379	8 865	6 899	9 736	10 420
a ₂ Wege-/Eisenbahnunterhaltungskosten	Rp/ha und Jahr	3 485	3 600	4 085	5 766	6 171
b Holzerntekosten						
b1 Fäll- und Aufarbeitungskosten	Rp/ha und Jahr	2 789	2 318	2 318	2 318	2 318
b2 Rückekosten						
b2.1 Be- und Entladekosten	Rp/ha und Jahr	2 500	2 083	2 083	3 300	3 783
b2.2 Rückekosten	Rp/ha und Jahr	16 203	12 465	10 984	15 502	16 591

Anlage 14a

Kostenkomponente	Maßeinheit	Status quo	Alternative				
			1	2	4	6	7
1	2	3	4	5	6	7	
c Ferntransportkosten							
c1 Beladekosten	Rp/ha und Jahr	4 389	4 209	5 133	5 133	5 133	5 133
c2 Fahrkosten	Rp/ha und Jahr	10 746	10 523	4 739	4 739	4 739	4 739
c3 Entladekosten	Rp/ha und Jahr	1 090	804	1 646	1 646	1 646	1 646
d Ausbildungskosten	Rp/ha und Jahr	0	5 770	5 770	5 770	5 770	5 770
Gesamtkosten	Rp/ha und Jahr	52 581	50 637	43 657	53 910	56 571	
Nutzen	Rp/ha und Jahr	-	1 944	8 924	-1 329	-3 990	
Rangfolge	-	III	II	I	IV	V	

Anlage 14b

Die einzelnen Kostenkomponenten des Status quo und der Alternativen 1, 2, 4 und 6 bezüglich der Variante 2

Kostenkomponente	Maßeinheit	Status quo	Alternative				
			1	2	4	6	7
1	2	3	4	5	6	7	
a Erschließungskosten							
a1 Wege-/Eisenbahn- baukosten	Rp/ha und Jahr	11 379	10 515	8 182	11 323	12 120	
a2 Wege-/Eisenbahn- unterhaltungs- kosten	Rp/ha und Jahr	3 485	4 270	4 845	6 705	7 177	
b Holzerntekosten							
b1 Fäll- und Aufar- beitungskosten	Rp/ha und Jahr	4 492	3 734	3 734	3 734	3 734	
b2 Rückekosten							
b2.1 Be- und Entla- dekosten	Rp/ha und Jahr	3 517	2 931	2 931	4 463	5 117	
b2.2 Rückekosten	Rp/ha und Jahr	22 781	14 784	13 028	18 027	19 279	

Anlage 14b

Kostenkomponente	Maßeinheit	Status quo	Alternative				
			1	2	4	6	7
1	2	3	4	5	6	7	
c Ferntransportkosten							
c1 Beladekosten	Rp/ha und Jahr	6 493	6 460	7 594	7 594	7 594	7 594
c2 Fahrkosten	Rp/ha und Jahr	15 897	16 150	6 583	6 583	6 583	6 583
c3 Entladekosten	Rp/ha und Jahr	1 612	1 234	2 366	2 366	2 366	2 366
d Ausbildungskosten	Rp/ha und Jahr	0	5 770	5 770	5 770	5 770	5 770
Gesamtkosten	Rp/ha und Jahr	69 656	65 848	55 033	66 565	69 740	
Nutzen	Rp/ha und Jahr	-	3 808	14 623	3 092	-84	
Rangfolge	-	IV	II	I	III	V	

Anlage 14c

Die einzelnen Kostenkomponenten des Status quo und der Alternativen 1, 2, 4 und 6 bezüglich der Variante 3

Kostenkomponente	Maßeinheit	Status quo	Alternative			
			1	2	4	6
1	2	3	4	5	6	7
a Erschließungskosten						
a1 Wege-/Eisenbahn- baukosten	Rp/ha und Jahr	11 379	12 084	9 404	13 585	14 546
a2 Wege-/Eisenbahn- unterhaltungs- kosten	Rp/ha und Jahr	3 485	4 907	5 569	8 045	8 614
b Holzerntekosten						
b1 Fäll- und Aufar- beitungskosten	Rp/ha und Jahr	4 492	3 734	3 734	3 734	3 734
b2 Rückekosten						
b2.1 Be- und Entla- dekosten	Rp/ha und Jahr	4 640	3 867	3 867	6 428	7 370
b2.2 Rückekosten	Rp/ha und Jahr	30 038	16 991	14 972	21 629	23 160

Anlage 14c

Kostenkomponente	Maßeinheit	Status quo	Alternative				
			1	2	4	6	7
1	2	3	4	5	6	7	
c Ferntransportkosten							
c1 Beladekosten	Rp/ha und Jahr	8 020	7 146	9 376	9 376	9 376	
c2 Fahrkosten	Rp/ha und Jahr	19 135	17 909	9 369	9 368	9 369	
c3 Entladekosten	Rp/ha und Jahr	1 991	1 368	3 124	3 124	3 124	
d Ausbildungskosten	Rp/ha und Jahr	0	5 770	5 770	5 770	5 770	
Gesamtkosten	Rp/ha und Jahr	83 180	73 794	65 185	81 660	85 063	
Nutzen	Rp/ha und Jahr	-	9 386	17 995	2 120	-1 083	
Rangfolge	-	III	II	I	IV	V	

Intersektoraler paarweiser Vergleich der Auswirkungen
auf die primäre forstliche Produktion

Wie hoch ist die relative Bedeutung der Handlungsalternative X
gegenüber der Handlungsalternative Y einzuschätzen ?

Bewertungsskala :

- | | |
|-----------------------|------------------|
| - 3 viel geringer | 0 gleichwertig |
| - 2 deutlich geringer | 1 höher |
| - 1 geringer | 2 deutlich höher |
| | 3 viel höher |

		X →						
		Status quo	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Y ↓	Status quo		+ 1	- 1	+ 1	- 2	+ 1	- 3
	A1	- 1		- 2	- 1	- 3	- 2	- 3
	A2	+ 1	+ 2		+ 1	- 1	+ 1	- 2
	A3	- 1	+ 2	- 1		- 2	- 1	- 3
	A4	+ 2	+ 3	+ 1	+ 2		+ 2	- 1
	A5	- 1	+ 2	- 1	+ 1	- 2		- 3
	A6	+ 3	+ 3	+ 2	+ 3	+ 1	+ 3	
Spaltensumme		+ 3	+12	- 2	+ 7	- 9	+ 4	-15
Verwandlung in Absolutskala durch Addition $3 \cdot 6 = 18$		21	30	16	25	9	22	3
Rang		4	7	3	6	2	5	1

Anlage 15b

Intersektoraler paarweiser Vergleich der Auswirkungen
auf die Holzsortierung und den Holzverkauf

Wie hoch ist die relative Bedeutung der Handlungsalternative X
gegenüber der Handlungsalternative Y einzuschätzen ?
Bewertungsskala :

- 3 viel geringer
- 2 deutlich geringer
- 1 geringer
- 0 gleichwertig
- 1 höher
- 2 deutlich höher
- 3 viel höher

		X →						
		Status quo	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Y ↓	Status quo		- 1	- 1	- 1	- 1	- 2	- 3
	A1	+ 1		- 1	0	- 1	- 2	- 3
	A2	+ 1	+ 1		0	- 1	- 2	- 3
	A3	+ 1	0	0		- 1	- 2	- 3
	A4	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1		- 2	- 3
	A5	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2		- 1
	A6	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 1	
Spaltensumme		+ 9	+ 6	+ 4	+ 5	+ 1	- 9	-16
Verwandlung in Absolutskala durch Addition $3 \cdot 6 = 18$		27	24	22	23	19	9	2
Rang		7	6	4	5	3	2	1

Intersektoraler paarweiser Vergleich der Auswirkungen
auf die Ergonomie

Wie hoch ist die relative Bedeutung der Handlungsalternative X
gegenüber der Handlungsalternative Y einzuschätzen ?

Bewertungsskala :

- | | |
|-----------------------|------------------|
| - 3 viel geringer | 0 gleichwertig |
| - 2 deutlich geringer | 1 höher |
| - 1 geringer | 2 deutlich höher |
| | 3 viel höher |

		X $\longrightarrow$						
		Status quo	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Y $\downarrow$	Status quo		0	- 3	0	- 3	0	- 3
	A1	0		- 2	+ 1	- 2	+ 2	- 2
	A2	+ 3	+ 2		+ 2	+ 1	+ 3	+ 1
	A3	0	- 1	- 2		- 2	+ 1	- 2
	A4	+ 3	+ 2	- 1	+ 2		+ 3	+ 1
	A5	0	- 1	- 3	- 1	- 3		- 3
	A6	+ 3	+ 2	- 1	+ 2	- 1	+ 3	
Spaltensumme		+ 9	+ 3	-12	+ 6	-10	+12	- 8
Verwandlung in Absolutskala durch Addition $3 \cdot 6 = 18$		27	21	6	24	8	30	10
Rang		6	4	1	5	2	7	3

LEBENS LAUF

Name: E L I A S

Geburtstag und -ort: 02. September 1956, Ketapang,
Westkalimantan, Indonesien.

Eltern: Warman, Kaufmann
Ida, Hausfrau

Staatsangehörigkeit: indonesisch

Adresse: Forstwissenschaftliche Fakultät
der Landwirtschaftlichen Universität
Bogor,
Kampus Darmaga IPB, P.O.Box. 69.
Bogor - Indonesien

Schulische Ausbildung:

- 1964-1969: Grundschule, in Ketapang, Westkalimantan,
Indonesien.
- 1970-1972: Mittelschule, in Ketapang, Westkalimantan,
Indonesien.
- 1973-1975: Oberschule, in Semarang, Zentraljava, Indonesien.

Universitäre Ausbildung:

- 1976-1980: Studium an der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Landwirtschaftlichen Universität Bogor,
Indonesien. Abschluß Hauptdiplom 1980.

Berufliche Tätigkeit:

- Seit 1981: Assistent an der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Landwirtschaftlichen Universität Bogor,
Indonesien.
- 1983-1985: Aufbaustudium am Lehrstuhl für Forstpolitik und
Forstbetriebswirtschaftslehre und am Lehrstuhl für
Forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik der Universität München, Deutschland.
- 1985-1989: Doktorand an der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Universität München.

